VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Monitorování celkové efektivity výrobních zařízení pomocí nástrojů platformy operátorského řízení

Monitoring the Overall Efficiency of Manufacturing Equipments Using Tools for Supervisory Control Platform

Student: Bc. Helena Klosová
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Lenka Landryová, CSc.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Helena Klosová**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 3902T004 Automatické řízení a inženýrská informatika

Téma: Monitorování celkové efektivity výrobních zařízení pomocí nástrojů platformy operátorského řízení
Monitoring the Overall Efficiency of Manufacturing Equipments Using Tools for Supervisory Control Platform

Zásady pro vypracování:

1. Popište možnosti využití znalostí získaných z analýzy vzniku ztrát ve výrobě pro návrh úlohy monitorování modelů technologií.
2. Analyzujte nástroje pro sledování průběhů monitorovaných veličin na příkladech modelovaných soustav.
3. Navrhněte aplikaci a nakonfigurujte tyto nástroje pro monitorování úloh ve vizualizačním prostředí.
4. Navrhněte způsob využití nástrojů platformy operátorského řízení pro optimalizaci výroby na úloze vizualizace a monitorování modelů technologií.
5. Zhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte směr dalšího řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

[1] DESNICA, D. *Sledování prostojů a celkové efektivity výrobních zařízení.* VŠB Technická univerzita Ostrava. Diplomová práce. 2006.
[2] Help k programu Factory Suite 2000, InTouch 9.5 [CD ROM].
[3] LANDRYOVÁ, L., ZOLOTOVÁ, I. OEE Monitoring for Production Processes Based on SCADA/HMI Platform. In. *Proceedings of International IFIP TC 5, WG 5.7 Conference on Advances in Production Management System.* Linkoping, Sweden, Jan Olhager: Springer September 17-19.2007, pp 189-196.
[4] OEE White paper [CD ROM]. Praha: ABB s.r.o., červen 2002 [cit. 2005-12-16]. PDF formát. Číslo dokumentu: 3BUS094188R0001

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Lenka Landryová, CSc.**

Datum zadání: 17.12.2010
Datum odevzdání: 23.05.2011

prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ……..

……

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě …….....

……

Helena Klosová

Bc. Helena Klosová
Bernartice nad Odrou 60
Nový Jičín
741 01

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KLOSOVÁ, H. Monitorování celkové efektivity výrobních zařízení pomocí nástrojů platformy operátorského řízení. Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2011. 104 str. Diplomová práce, vedoucí: Landryová, L.

Tato práce se zabývá monitorováním celkové efektivity výrobních zařízení pomocí nástrojů platformy operátorského řízení. V úvodu jsou popsány možnosti sběru dat pro analýzy vzniku ztrát ve výrobě na dvou výrobních technologiích. V další části jsou analyzovány možnosti záznamu průběhů monitorovaných veličin na skutečných zařízeních a nástroje (reálné a historické trendy) pro sledování průběhů monitorovaných veličin v programu InTouch 10. Stručně jsou popsána tři vývojová prostředí pro návrh modelů technologií a navržena aplikace v programu InTouch 10 s nakonfigurováním nástrojů pro monitorování veličin ve vizualizačním prostředí. Na úloze vizualizace a monitorování modelů technologií je navržen způsob využití nástrojů platformy operátorského řízení pro optimalizaci výroby.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

KLOSOVÁ, H. Monitoring the Overall Efficiency of Manufacturing Equipment Using Tools for Supervisory Control Platform.. Ostrava: Department of Control Systems and Instrumentation, VŠB-Technical University of Ostrava, 2011. 104 p. Thesis head: Landryová, L.

This thesis deals with monitoring the overall efficiency of manufacturing equipment using tools for supervisory control platform. The introduction describes the possibilities to collect data for an analysis of loss in production on two production technologies. The next part analyzes the possibility of recording the monitored quantities on the actual equipment, and tools (actual and historical trends) for monitoring the visualized variables in InTouch 10. Three developmental environments for the design of technologies and models proposed in the application are described, and configuration tools for monitoring variables in the visualization environment of InTouch 10 are used. A method of using the tools of supervisory control platform is designed for optimizing production on visualization and monitoring technology models.

Obsah:

Seznam použitých zkratek a pojmů

5 S	Soubor standardů pro dosažení pořádku, efektivity práce a disciplíny na pracovišti
8D	8-kroková metodika řešení problému (G-8D Report) s důrazem na týmovou spolupráci
ABS	Terpolymer akrilonitril butadien styrén
ActiveX	Ovládací prvek
ANSI	American National Standards Institute - americká standardizační, v operačním systému MS Windows se označuje jako ANSI také některé národní kódování podporované systémem organizace
Al	Hliník
CL	Central Line - centrální čára
CPPČ	Celkový plánovaný pracovní čas
DDE	Dynamic Data Exchange - aplikační komunikační protokol
ENDIF	Konec podmíněného příkazu v programovacích jazycích
ELSE	Podmíněný příkaz (jinak) v programovacích jazycích - následuje blok příkazů, které se mají provést v případě vyhodnocení podmínky jako false
EXCEL	Tabulkový procesor od firmy Microsoft
FastDDE	Aplikační komunikační rozhraní
HTTP server	Softwarový webový server
FTT	First Time Through - procento dobrých výrobků, které projdou výrobou hned napoprvé (zmetky + zkoušky + opravy + vrácené kusy)
IF-THEN	Podmíněný příkaz (jestliže - potom) v programovacích jazycích – následuje blok příkazů, které se mají provést v případě vyhodnocení podmínky jako true
InTouch	Vizualizační software
IPC	Inter-Process Communication - sada technik pro výměnu dat mezi dvěma nebo více aplikacemi v jednom nebo více procesech
KAIZEN	Filozofie kontinuálního zlepšování za účasti všech zaměstnanců
KANBAN	Technika řízení toku zásob
LCL	Lower Control Line - dolní regulační mez

MS SQL Server	Databázový server
NetDDE	Rozšiřuje funkce standardního Windows DDE protokolu o komunikaci přes lokální sítě a sériové porty
OEE	Overall Equipment Effectiveness - celková efektivita výrobního zařízení
ODBC	Open Data-Base Connectivity - standardizované softwarové rozhraní Pro přístup k databázovým systémům
OPC	Aplikační komunikační rozhraní
PA6	Polyamid
PBTP	Polybuten tereptalát
PC	Polykarbonát
PE-LD	Polyetylén s nízkou hustotou
PLC	Programmable Logic Controller - programovatelný logický automat
PMMA	Polymetylmetakrylát
PP	Polypropylén
PS	Polystyrén
PVC	Polvinylchlorid
SCADA/HMI	Supervisory Control And Data Acquisition/Human-Machine Interface - systémy pro vizualizaci technologických procesů sloužící jako rozhraní mezi technologickým zařízením a jeho obsluhou
SPC	Statistical Process Control - statistická metoda využívaná ve výrobních organizacích při řešení problémů souvisejících s kvalitou
TPE	Speciální polyetylén
TPM	Totálně produktivní údržba
UCL	Upper Control Line - horní regulační mez
Vměstek	Utržený a zalisovaný přetok

1 Úvod

Neexistuje výroba, ve které by nevznikaly ztráty. Tyto ztráty jsou způsobeny různými okolnostmi, jako např. poruchy, nekvalitní výroba, špatné plánování atd., které lze výrazně omezit případně zcela odstranit.

Další kategorií ztrát jsou ztráty, které nelze úplně odstranit a se kterými se při výrobě musí počítat např. dovolená, preventivní údržba, vývoj, technologické zkoušky atd. Ztráty obecně vždy způsobí, že není možné dosáhnout maximálního teoretického výkonu výroby. Z toho vyplývá, že skutečný výkon výroby se odvíjí od skutečnosti, v jaké míře se podaří zamezit nebo podstatně zredukovat vznik výše uvedených ztrát.

Pro zajištění vyššího výkonu a kvality výroby se zpracovávají analýzy, které odhalí skryté kapacity výroby a příčiny nekvality výroby. Následně je možné provést takové změny, které povedou k lepšímu využití stávajícího technologického zařízení a tím také ke zvýšení kvality výroby.

Člověk je od přírody vybaven schopnostmi zpracovávat obrazová data zrakem, proto vizualizační systémy SCADA/HMI jako rozhraní mezi člověkem a procesem mají svoji nezastupitelnou úlohu. Základními vstupy jsou veličiny a údaje. Mezi vstupy je možno zahrnout i reálné vizualizační vstupy, např. vstupy z průmyslových kamer. Tyto mohou být buď přímo snímány v procesu v reálném čase, nebo zpřístupněny až po strojovém zpracování nasnímaných obrazů (strojové vidění a vnímání). Vizuální vstupy jsou určeny pro člověka, který zasahuje do řízení procesu. Na základě působení vstupů se rozhoduje a zpětně řídí řízený systém, výrobu, proces nebo technologii.

Pojmem SCADA/HMI (Supervisory Control And Data Acquisition/Human-Machine Interface) se označují systémy pro vizualizaci technologických procesů sloužící jako rozhraní mezi technologickým zařízením a jeho obsluhou. Toto označení se nejprve používalo pro hardwarové prostředky (typicky operátorské panely), avšak s rychlým rozvojem softwarových technologií se počátkem 90. let 20. století začalo používat i pro softwarové produkty, které zajišťovaly stále komfortnější vizualizaci splňující neustále rostoucí požadavky uživatelů.

2 Sběr dat pro analýzy vzniku ztrát ve výrobě

Ve výrobě vznikají ***časové ztráty***, a to zastavením nebo zpomalením výroby (prostoje, odstávky, údržba, opravy atd.) a ***ztráty způsobené nekvalitní výrobou***, kdy je ztracen nejen strojní čas a další náklady spojené s opravou výrobku, ale také v případě nutnosti zlikvidovat výrobek také použitý materiál.

Rozdělení ztrát

- ***Plánované ztráty:*** dovolená, svátky, technologické zkoušky, úklid pracoviště, prevence a čištění strojního zařízení, dny pracovního volna atd.
- ***Operační ztráty:*** nedostatek materiálu, výpadky energií, výměna nástrojů atd.
- ***Výkonové ztráty:*** prodloužení výrobního cyklu, špatné nastavení strojů atd.
- ***Nekvalitní výroba:*** vadný materiál, špatně zaškolená obsluha, nepřesnost výroby atd. [DESNICA 2006]

Při prostoji jako je například úklid pracoviště a čištění stroje, který spadá do plánovaného prostoje, je potřeba dodržovat předepsaná nařízení (co uklidit a co očistit). Je ovšem otázkou, zda časová norma určená pro tento úkon byla navržena správně. Pokud je tato norma podhodnocená dojde zákonitě k situaci, kdy zařízení bude špatně očištěno, a to ne jednou, ale opakovaně. Důsledek je zřejmý:

- Delší čas na kvalitní očištění stroje (znásobení prostojů).
- Vysoká pravděpodobnost poruchy a tím další ztráta.
- Hrozící nebezpečí úrazu, což znamená vyřazení pracovníka z procesu a následné náklady spojené s hledáním náhrady.

Naproti tomu ztráta z důvodu snížení rychlosti výrobního procesu např. z důvodu vysoké teploty má za následek:

- Vyrobení nižšího počtu výrobků a tím spojeného nedodržení výrobního plánu.
- Neekonomické využívání strojního zařízení.

- Plýtvání energiemi.

Z tohoto důvodu je potřeba co nejpřesněji tyto ztráty sledovat, vyhodnocovat a získané informace uplatnit při návrhu opatření, které by co nejvíce zamezily jejich opakovanému vzniku.

Aby bylo možné dosáhnout optimálního využití strojů, materiálů, lidí, ale také dalších zdrojů jako jsou např. energie, musíme hledat a najít příčiny vzniku ztrát ve výrobě. K odhalení těchto příčin je nutné získávat správné, úplné a aktuální informace o průběhu výroby. K tomu slouží např. ruční zapisování dat vyrobených kusů, zmetků a prostojů, ze které se analyzuje celková efektivita výrobního zařízení označovaná zkratkou OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Nejen ve výrobě je potřeba využívat dostupné programové vybavení, které dokáže jak detailně sledovat prostoje výroby, celkovou efektivitu výrobních zařízení, tak také vyhodnotí kvalitu a výkonnost výrobního procesu. Z takto získaných informací lze vyvodit nápravná opatření, aby se zamezilo větším ztrátám, než jsou nezbytně nutné.

Způsob sběru dat vzniklých ztrát

- ***Ruční*** - údaje o průběhu výroby zapisují operátoři ručně do záznamových karet výroby. Tyto údaje jsou následně přepisovány nejčastěji do programu MS Excel, ve kterém se vytvářejí denní, týdenní, měsíční reporty o stavu výroby.
- ***Částečně automatizovaná metoda*** - záznamové karty jsou využívány jako hlavní zdroj informací o průběhu výroby. Na konci směny určený pracovník tyto údaje zadává do databáze, která na základě v sobě obsažených norem vypočítá OEE výrobního zařízení. Pro zobrazení grafických výstupů můžeme zvolit různá kritéria např.:
    - Kapacitní vytížení výrobního zařízení.
    - Plnění výkonnostních norem.
    - Zmetkovitost výroby, kterou můžeme dále rozklíčovat na jednotlivé druhy závad pomocí jednotlivých kódů a vypočítat FTT.
    - Prostoje s příslušnými kódy atd.

Takto lze vyhodnotit údaje konkrétního pracoviště za jednotlivou směnu, den, týden, měsíc případně rok a přizpůsobit plánování výroby.

- ***Automatický sběr a vyhodnocování dat*** - nejobjektivnější způsob záznamu všech prostojů, který usnadní práci operátorům (nemusí provádět ruční zápisy a jsou na prostoj automaticky upozorněni). Data se ukládají do databáze, která vypočítá celkovou efektivitu zařízení, případně tato data odešle do jiné aplikace, jež je schopna zpracovat požadované výstupy. Tímto způsobem lze automaticky sbírat a vyhodnocovat také procesní veličiny ovlivňující výrobu (teplotu, tlak, atd.).

Pro svou práci jsem si vybrala dvě výrobní technologie. Jedná se o technologii vstřikování plastů (nahradila tvářecí proces na postupových lisech při výrobě světlometů a svítilen) a technologii vysokovakuového pokovování pro automobilový průmysl. V současné době jsou tyto technologie nejpoužívanější pro výrobu světlometů, zadních svítilen, osvětlení interiéru a exteriéru všech automobilů.

2.1 Vstřikování plastů

Technologie vstřikování plastů je termodynamický cyklický tvářecí proces, který zaručuje efektivní výrobu vysoké kvality. Tento proces zpracovává materiály, jejichž největší část tvoří makromolekulární látky tzv. polymery nazývané plasty. Tyto plasty však kromě zmíněných polymerů obsahují další komponenty jako např. změkčovadla, plniva, maziva, barviva, stabilizátory, nečistoty atd.

<u>Plasty dělíme na:</u>

- ***Reaktoplasty*** (dříve termosety) - prostorově zesítěná makromolekulární látka. Vzniká polykondenzací nebo polyadiační reakcí. Tento materiál je netavitelný a nerozpustný - nelze jej opakovaně zpracovat.
- ***Termoplasty*** - makromolekulární látka, kterou můžeme opakovaně zpracovat jejím opětovným roztavením a následným ochlazením.

Příklady používaných plastů a jejich aplikace:

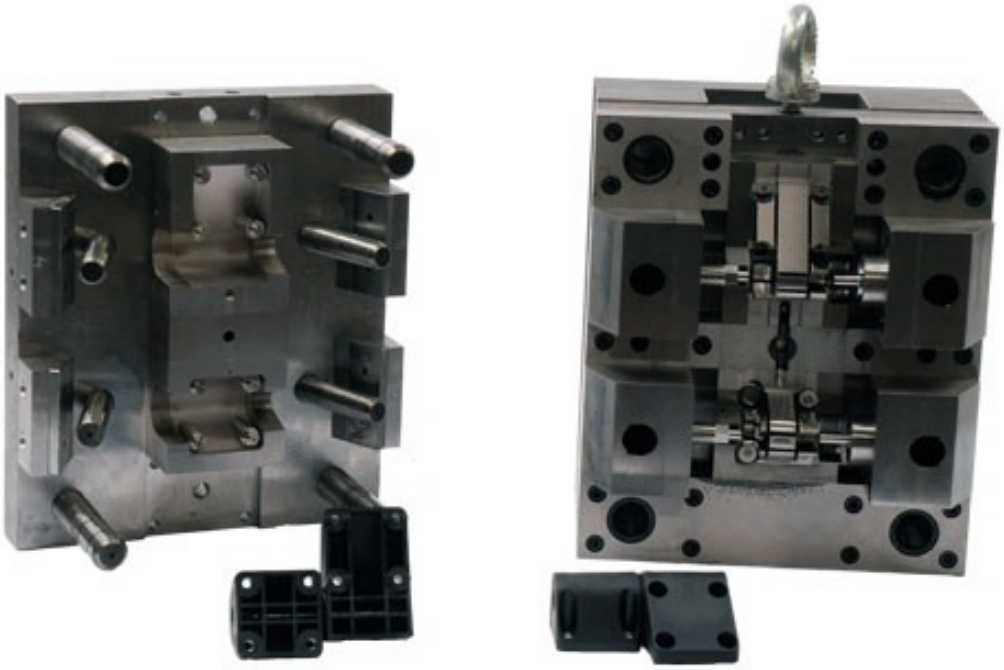
- ***ABS - terpolymer akrilonitril butadien styrén*** (středně namáhané díly pro elektrotechniku, díly kde záleží na vysoké kvalitě povrchu nebo elektrických parametrech).
- ***PA6 - polyamid*** (vhodný pro středně až vysoce namáhané díly ve strojírenství a elektrotechnice - díly svítidel, strojní součásti).
- ***PBTP - Polybuten tereptalát*** (plastové díly vhodné pro vakuové pokovení).
- ***PC - polykarbonát*** (vysoce namáhané díly s extrémní odolností proti rozbití, v případě varianty s UV stabilizací dlouhodobě odolné i na přímém slunci, transparentní a optické díly svítidel včetně čoček).
- ***PE-LD - polyetylén s nízkou hustotou*** (jednoduché díly bez zvláštních mechanických nároků např. záslepky otvorů).
- ***PMMA - polymetylmetakrylát*** (plexisklo - náhrada běžného skla - kryty automobilových světlometů a svítidel).
- ***PP - polypropylén*** (vodovodní a kanalizační trubky).
- ***PS - polystyrén*** (jednoduché díly bez zvláštních mechanických nároků - vodící lišty, záslepky).
- ***PVC - polvinylchlorid*** (krytky, sportovní potřeby - puky pro inline hokej).
- ***TPE - speciální polyetylén*** (pružné díly, náhrada pryže).

Plasty jsou ke zpracování dodávané ve formě granulátu, který je buď přírodní barvy, který lze v případě potřeby obarvit přidáváním granulovaného barviva nebo je již výrobcem obarven na požadovanou barvu.

Plastový granulát se nejprve suší při teplotě cca 60 - 100° C, čímž se zbavuje vlhkosti. Po vysušení se granulát plní do násypky vstřikovacího lisu (obrázek 2.1), odtud padá do komory, kde je plastifikačním šnekem tlačen do válce, ve kterém se ohřívá na požadovanou teplotu, která se pohybuje v rozmezí 80 - 250°C a ve formě taveniny vstupuje do trysky, kterou je vysokým tlakem vstřiknuta do formy (obrázek 2.2). Nástroj se následně chladí na provozní teplotu.

Obrázek 2.1 Vstřikovací lis fy Engel

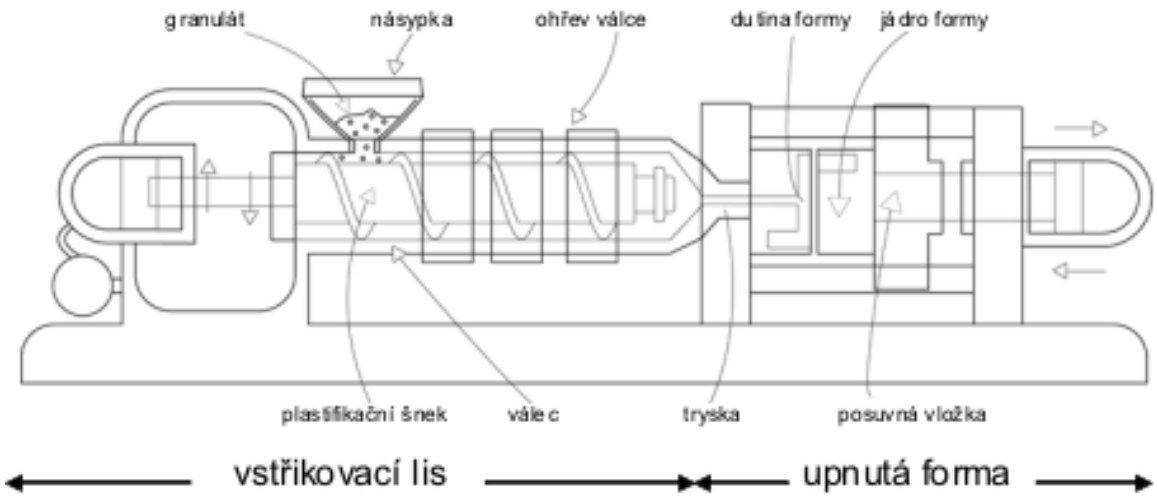
pramen [ENGEL 2010]



Obrázek 2.2 Příklad lisovací formy

pramen [OSVĚTLENÍ ČERNOCH 2010]

Na obrázku 2.3 je zobrazeno schéma vstřikovacího agregátu.



Obrázek 2.3 Schéma vstřikovacího agregátu

pramen [A3 2010]

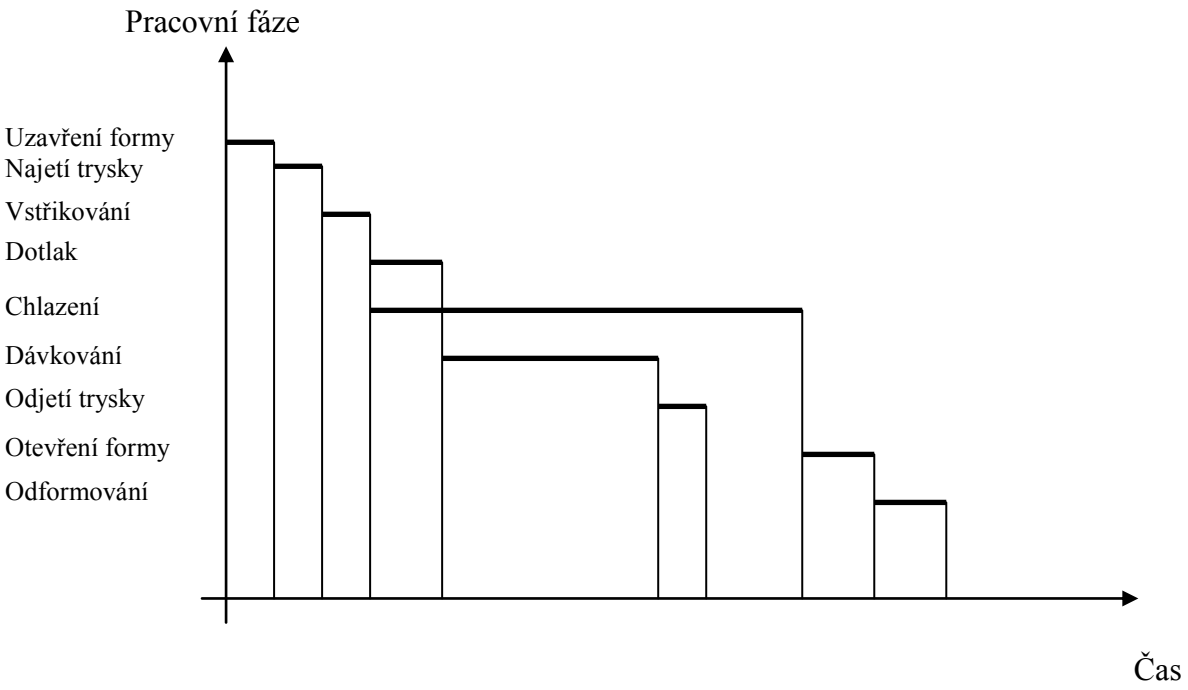
Vstřikování je komplikovaný proces, který je ovlivněn celou řadou technologických parametrů jež mají vliv na konečných vlastnostech výstřiku.

Vstřikování má několik fází:

- ***Uzavření formy*** - vstřikovací cyklus začíná uzavřením nástroje (formy), při kterém se pohybuje levá pohyblivá upínací deska při nastaveném profilu rychlosti a tlaku ve směru pravé pevné upínací desky.
- ***Najetí trysky*** - po uzavření formy najede vstřikovací jednotka tryskou na vtokový otvor formy.
- ***Vstřikování, dotlak a chlazení*** - pracovní hydraulický píst vstřikovacího válce tlačí nastavitelným profilem rychlosti šnek dopředu. Tavenina, která se nachází v prostoru před špičkou šneku je vstříknuta pod vysokým tlakem přes trysku a vtoky do vnitřního prostoru fomy. Jelikož má forma jinou teplotu než tavenina, začíná doba chladnutí (tvrdnutí) již při vstupu taveniny do formy. Aby se zamezilo smrštění taveniny či nevyplnění všech prostor ve formě a tím nepoužitelnosti výrobku, musí se po naplnění formy přepnout na tzv. dotlak, pomocí kterého se vyrovnají určitá objemová zmenšení, způsobená chladnutím taveniny. Dotlak má smysl pouze do té doby, dokud vtok do formy neztvrdne.

- ***Dávkování*** - materiál ve formě granulátu padá do násypného prostoru plastikačního válce a je dopravován otáčením šneku ve směru trysky. Přitom jsou částečky materiálu, nacházející se v neustálém kontaktu s horkou vnitřní stěnou válce, šnekem neustále drceny a míšeny, takže před špičkou se nachází již homogenní tavenina.
- ***Odjetí trysky*** - po jisté prodlevě odjede tryska zpět.
- ***Otevření formy a odformování*** - s ukončením chladící doby se forma otevře a po dosažení startovací pozice vyjede vyhazovač, který s pomocí vyhazovacích kolíků vyhodí díl z formy. Následně zajede vyhazovač zpět a začíná pauza (odformovací doba). Po jejím ukončení končí cyklus a začíná nový.

Na obrázku 2.4 jsou znázorněny pracovní fáze vstřikovacího cyklu.



Obrázek 2.4 Pracovní fáze vstřikovacího cyklu

pramen [ENGEL 1996]

Na obrázku 2.5 vidíme zadní skupinovou svítilnu pro vůz Ford Focus, jejíž díly jsou vyrobené technologií vstřikování plastů.

Obrázek 2.5 Zadní skupinová svítilna Ford Focus

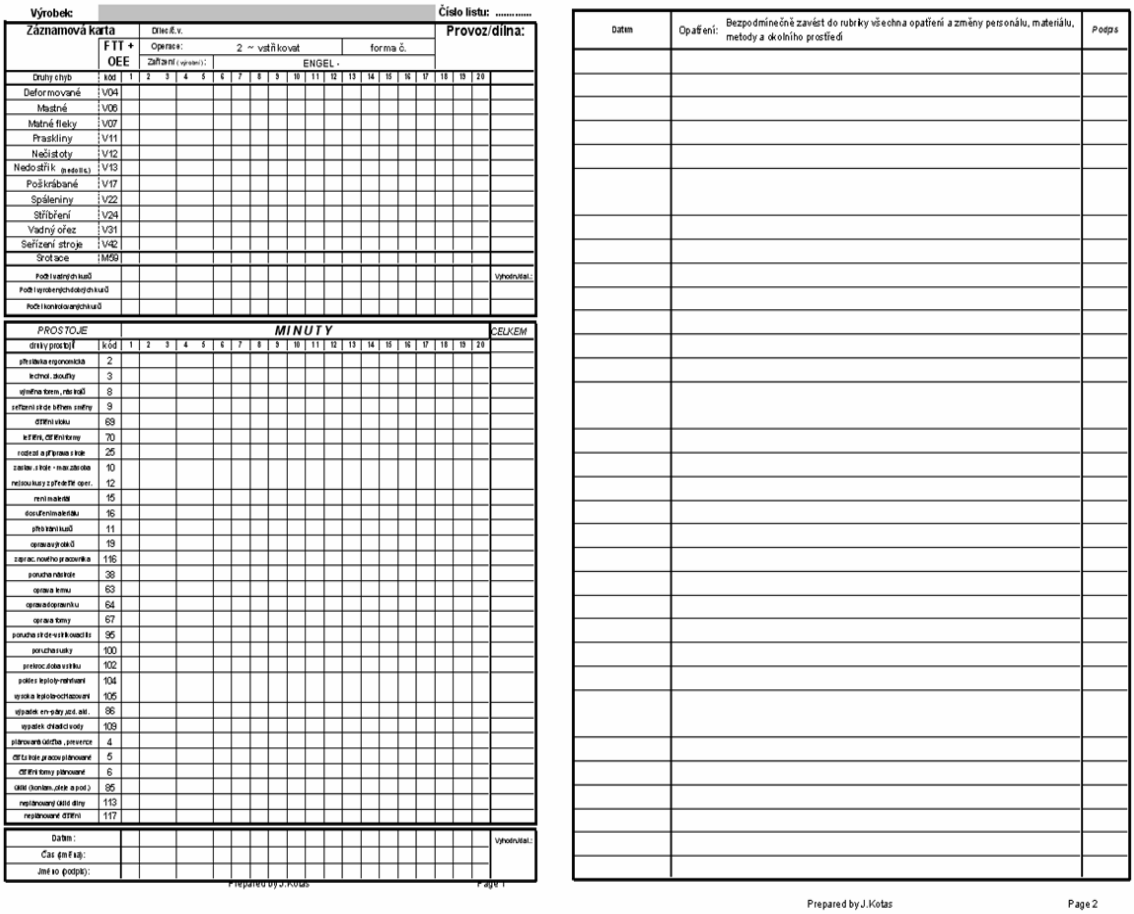
pramen [AUTOKELLY 2010]

Záznamové karty výroby

Na obrázku 2.6 vidíme starší záznamovou kartu sběru dat pro výpočet analýzy FTT a OEE vstřikovacího lisu (již se nepoužívá), do které se sumárně zapisovaly:

- Druhy závad a jejich celkový počet.
- Celkový počet dobrých vyrobených kusů.
- Celkový počet všech vyrobených kusů.
- Celková doba jednotlivých prostojů za jednotlivé směny.
- Datum, směna a podpis pracovníka.

Na druhou stranu se zaznamenávaly veškeré změny týkající se výroby. Příklad vyplněné záznamové karty uvádím v příloze A.



Výrobek: Číslo listu: .....

Záznamová karta — FTT + OEE — Dílec/č.v. — Operace: 2 ~ vstřikovat — forma č. — Zařízení (výrobní): ENGEL - — Provoz/dílna:

Druhy chyb	kód	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Deformované	V04																					
Mastné	V06																					
Matné fleky	V07																					
Praskliny	V11																					
Nečistoty	V12																					
Nedostřik (nedolitý)	V13																					
Poškrábané	V17																					
Spáleniny	V22																					
Stříbření	V24																					
Vadný ořez	V31																					
Seřízení stroje	V42																					
Šrotace	M59																					
Počet vadných kusů																						Vyhodnotil.:
Počet vyrobených dobrých kusů																						
Počet kontrolovaných kusů																						

PROSTOJE	kód	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	CELKEM
MINUTY																						
dílny prostojů																						
přestávka ergonomická	2																					
technol. doufty	3																					
výměna forem, nástrojů	8																					
seřízení stroje během směny	9																					
dílčí vlivy	69																					
seřízení, dílčí vlivy	70																					
rozběh a příprava stroje	25																					
zaučení stroje - max. zátěže	10																					
neisoukusy z předešlé oper.	12																					
není materiál	15																					
doručení materiálu	16																					
přehlídka kusů	11																					
opravy výrobků	19																					
zaprac. nového pracovníka	116																					
porucha nástroje	38																					
oprava lemu	63																					
oprava odpružníku	64																					
oprava formy	67																					
porucha stroje - vstřikovacího	95																					
porucha ruky	100																					
prekročení doba vstřiku	102																					
pokles teploty - nahřívání	104																					
vysoká teplota - ochlazování	105																					
výpadek en-gy, ind. atd.	86																					
výpadek chladící vody	109																					
plánovaná údržba, prevence	4																					
dílčí vlivy pracov plánované	5																					
dílčí vlivy plánované	6																					
dílčí (konlam, ,dle a pot.)	85																					
neplánovaný dílčí dílny	113																					
neplánované dílčí	117																					
Datum:																						Vyhodnotil.:
Čas (mi ut):																						
Jméno (podpis):																						

Prepared by J.Kotas Page 1

Datum	Opatření: Bezpodmínečně zavést do rubriky všechna opatření a změny personálu, materiálu, metody a okolního prostředí	Podps

Prepared by J.Kotas Page 2

Obrázek 2.6 Záznamová karta sběru dat

pramen [KOTAS 2003]

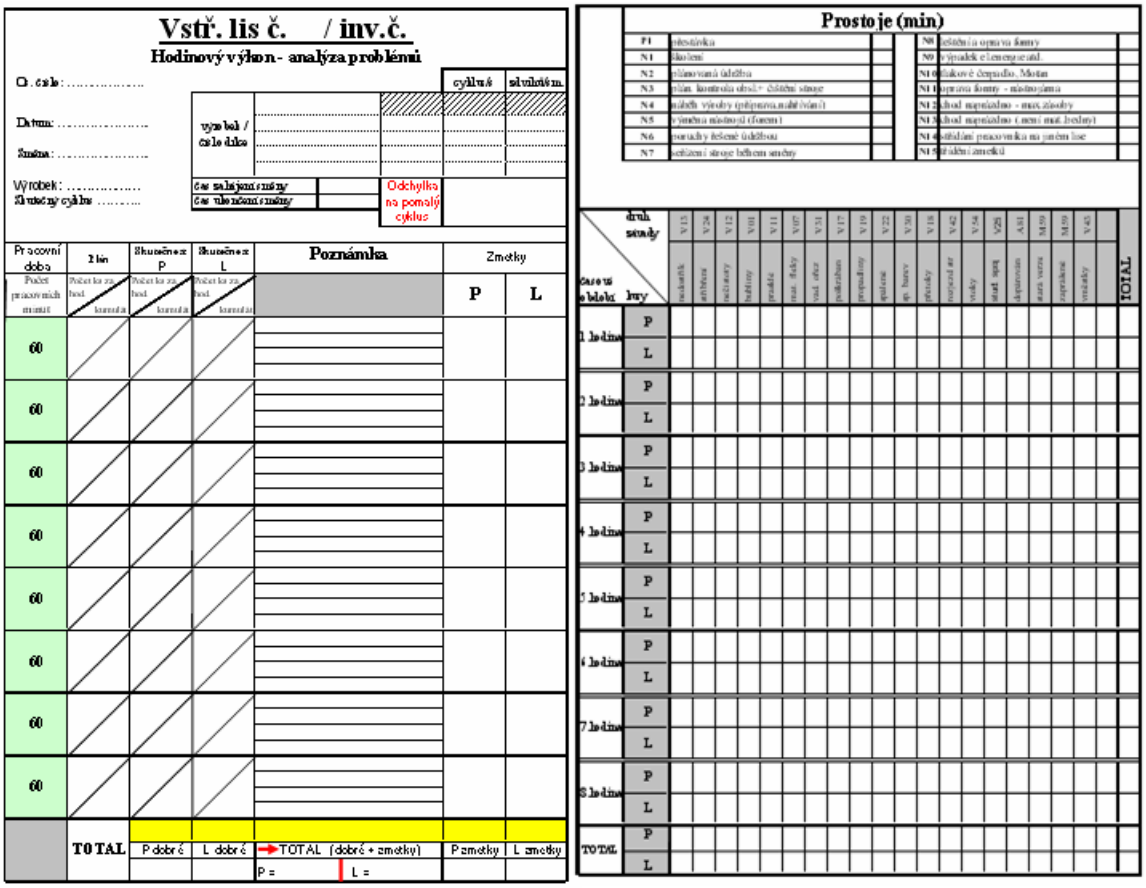
Na obrázku 2.7 vidíme inovovanou záznamovou kartu sběru dat, tzv. hodinovou stabilitu vstřikovacího stroje. Do stability hodinového výkonu se zaznamenávají:

- Osobní číslo pracovníka, datum, sněna (noční, odpolední, ranní).
- Čas začátku a ukončení příslušné směny.
- Název výrobku.
- Skutečný cyklus stroje, který se zjistí ze strojního času vypsaného na obrazovce stroje pod položkou „ZUs - Skutečný čas cyklu“.
- Údaje o počtu dobrých vyrobených kusů za každou jednotlivou hodinu do kolonky pro pravé a levé kusy, nebo využijeme jen jednu z těchto kolonek (některé formy jsou jen jednostranné). Současně se zapíše případný počet zmetků a tyto zmetky se rozepíší

podle typu závady pod příslušný kód na druhou stranu stability. Jednotlivé druhy závad se na konci směny sečtou do kolonek „TOTAL“.

- Při prostoji se do sloupečku „Poznámka“ zaznamenává délka a příčina vzniklých prostojů, která se na konci směny sumárně zapíše na druhou stranu k příslušnému druhu prostoje.
- Do kolonky „TOTAL“ zapíšeme součet dobrých kusů, součet zmetků a součet celkově vyrobených kusů.

Příklad správně vyplněné hodinové stability uvádím v příloze B.



Obrázek 2.7 Hodinová stabilita vstřikovacího stroje

pramen [HOVCACIK 2007]

2.2 Vysokovakuové nanášení hliníku

Vakuum je označení pro stav uvnitř uzavřeného prostoru, který obsahuje plyny a páry, jejíchž tlak je nižší než atmosférický. Vysokovaukový systém na nanášení povrchové vrstvy je konstruován pro provádění předběžné úpravy, pokovování a dodatečné úpravy podkladových vrstev.

Vakuum rozdělujeme na tři pásma

- ***Hrubé vakuum*** - 100 000 Pa (1 000 mbar) až 10^{-1} Pa (10^{-3} mbar).
- ***Vysoké vakuum*** - 10^{-1} Pa (10^{-3} mbar) až 10^{-4} Pa (10^{-6} mbar).
- ***Ultravakuum*** - 10^{-4} Pa (10^{-6} mbar) a výše [JURČÍČEK, FABIAN 2005].

Na obrázku 2.8 je znázorněn pokovovací stroj mezi dvěma cykly. Jsou zde paraboly jak v surovém stavu před pokovením, tak i po procesu nanesení Al a Plasilu.

Obrázek 2.8 Pokovovací stroj mezi dvěma cykly

pramen [ARZUFFI 2006]

Vysokovakuové nanášení hliníku má několik fází:

- ***Předběžná úprava povrchu*** - předběžnou úpravou (předúpravou) je nutné připravit co nejlépe povrch kusů, u kterých se má provádět pokovování. Nejde však o zbavení povrchu od prachu, nečistot nebo mastnoty. Toto musí být provedeno ještě před

předběžnou úpravou. Ve fázi předúpravy dochází k ionickému (čistícímu) výboji s přívodem vzduchu dovnitř komory. Při tomto výboji se rozruší polymolekulární vrstva molekul vzduchu na povrchu. Provádí se bombardováním volnými elektrony, které svou velkou rychlostí vyrážejí molekuly vzduchu „přilepené“ na povrchu do prostoru, odkud je odčerpají vývěvy. Současně dochází k ohřívání povrchu, což ještě přispívá k uvolňování molekul vzduchu a vody z povrchu. Proces probíhá v hrubém vakuu při tlaku od 10^1 Pa (10^{-1} mbar) do 10^0 Pa (10^{-2} mbar), stejnosměrném proudu 0,5 –1 A a napětí 2 – 3 000 V, podle velikosti zvonu. Ve zvonu je instalovaná výbojová tyč, na kterou je připojeno vysoké napětí a která vytváří ionizované prostředí pro čistící výboje [JURČÍČEK, FABIAN 2005].

- ***Pokovování*** - pokovováním provádíme povrchovou úpravu podkladových vrstev vrstvou hliníku. Výsledku se dosáhne vypařováním hliníku při určitém stupni vakua. K napaření slouží meandr, na který se navleče Al drát ve tvaru spirály stanovené délky. Wolframový meandr je vyrobený ze svazku několika stočených drátů, aby se dosáhlo co největšího povrchu, do kterého se roztavený Al rozlije a neskape. Na meandr se připojí zdroj střídavého napětí, které se za 15 až 30 sekund zvýší na hodnotu kolem 8 V. Meandrem protéká proud asi 60 A (hodnoty napětí a proudu závisí na tvaru wolframového meandru). Procházejícím proudem se zvyšuje teplota meandru. Při 650°C se Al roztaví a rozteče se do stočeného meandru. Dalším zvyšováním napětí se zvyšuje teplota až na cca. 1 400 – 1 600°C a Al se bude odpařovat. Páry hliníku se šíří přímočaře na všechny strany jako světlo. Při dopadu na kterýkoliv povrch (pokovované kusu, závěsy, krycí plechy) páry zkondenzují a vytvoří hliníkovou vrstvu. Správně odpařený meandr má světlešedou barvu s drobnými zbytky Al. Tento proces probíhá ve vysokém vakuu při tlaku 1.10^{-2} Pa (10^{-4} mbar). Pro kvalitu napařené vrstvy má vliv rychlost nárůstu, velikost napařovacího napětí, čas napařování a samozřejmě hodnota vakua [JURČÍČEK, FABIAN 2005].

- ***Dodatečná úprava*** - na povrch hliníku působí různé atmosférické vlivy jako vlhkost, změny teploty a různé průmyslové exhalace. Před těmito vlivy je třeba povrch hliníku chránit, proto se provádí dodatečná úprava nanášením monomeru, všeobecně nazvaného Plasil. Ten tvoří ochrannou vrstvu, která se nanáší na hliník. Plasil (hexametyldisiloxan) je čirá, rychle se odpařující hořlavá kapalina, nevábného zápachu. Po napaření hliníku se otevře uzavírací ventil a regulační ventil připouští

takové množství plasilových par, aby bylo ve zvonu vakuum kolem 8.10^{0} Pa (8.10^{-2} mbar). Současně je na katodovou tyč připojeno napětí kolem 3 000 V. Ve zvonu se vytvoří ionizovaný výboj, který způsobí polymeraci (pospojování, svázání) jednotlivých makromolekul plasilu v souvislou vrstvu "umělé hmoty" na povrchu hliníku [JURČÍČEK, FABIAN 2005].

Na obrázku 2.9 jsou příklady využití této technologie v praxi.

Obrázek 2.9 Příklady využití technologie vysokovakuového pokovování

pramen [ARZUFFI 2010]

Záznamová karta výroby

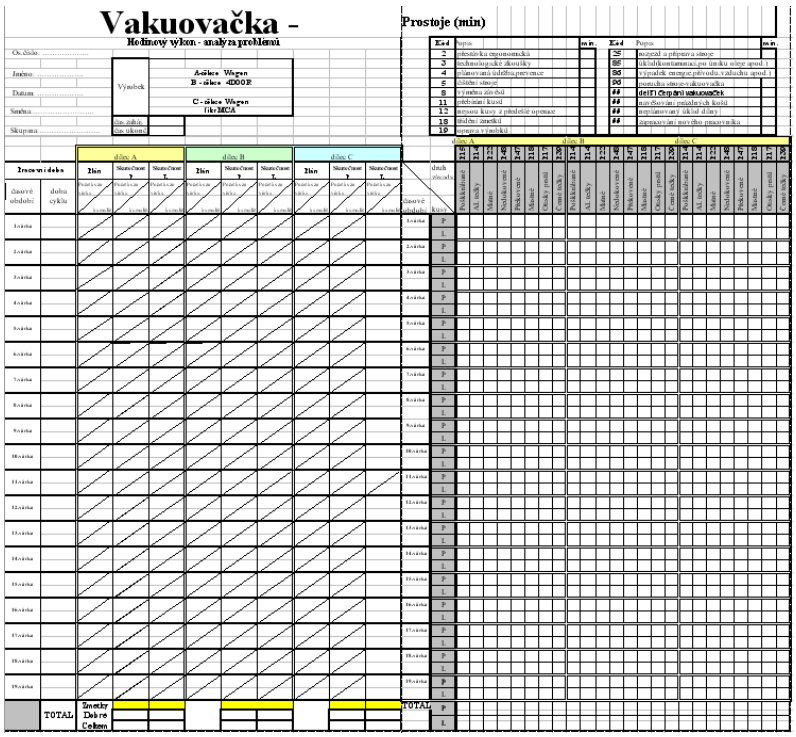
Na obrázku 2.10 máme znázorněnou hodinovou stabilitu stroje pro vysokovakuové pokovování. Vzhledem k jinému chodu tohoto stroje se hodinová stabilita liší od hodinové stability pro vstřikovací stroj. Do této stability se zapisuje tak jako v předešlém případě:

- Osobní číslo a jméno pracovníka, datum, sněna (noční, odpolední, ranní) a skupina, ve které je pracovník zařazen (jen při jiném pracovním režimu).
- Čas začátku a ukončení příslušné směny.

Dále se zapisuje:

- Čas jednotlivých várek (cyklů), který se opíše z dotykového panelu (obrázek 3.3) a současně počty vyrobených kusů jednotlivých druhů výrobků. Do kolonky „TOTAL“ se zapíše součet dobrých kusů, součet zmetků a součet celkově vyrobených kusů.
- Na druhou stranu stability se zapisuje počet zmetků a jejich druh v jednotlivých várkách a také druh a délka prostojů a samozřejmě také celkový počet jednotlivých druhů zmetků.

Příklad správně vyplněné hodinové stability uvádím v příloze C.



Obrázek 2.10 Hodinová stabilita pokovovacího stroje

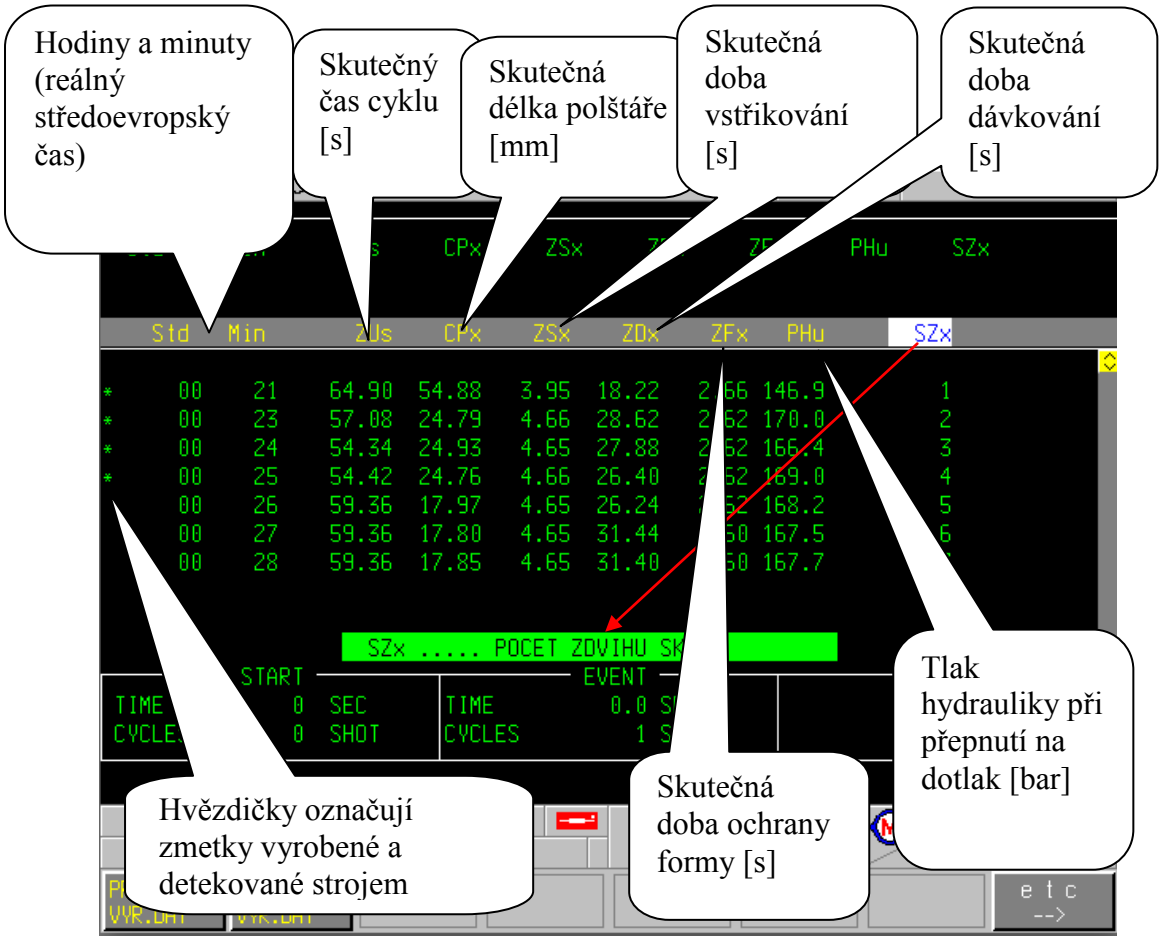
pramen [HOVCACIK 2007]

3 Možnosti záznamu průběhů monitorovaných veličin

Každé výrobní zařízení disponuje programovým vybavením, které dokáže zobrazit výrobní data a monitorovat jejich průběh v čase.

3.1 Skutečná výrobní zařízení

Na obrázku 3.1 je zobrazen protokol aktuálních výrobních dat ze vstřikovacího stroje s popisem jednotlivých veličin. Všechna nastavení potřebná pro výrobu jsou uložena na výrobní disketě, ze které se nahrají do paměti stroje. Skutečná výrobní data zaznamenána strojem využívají seřizovači, případně technolog k seřízení stroje v případě jeho poruchy, nebo nestandardní výroby. Každý zobrazený řádek představuje jeden cyklus.

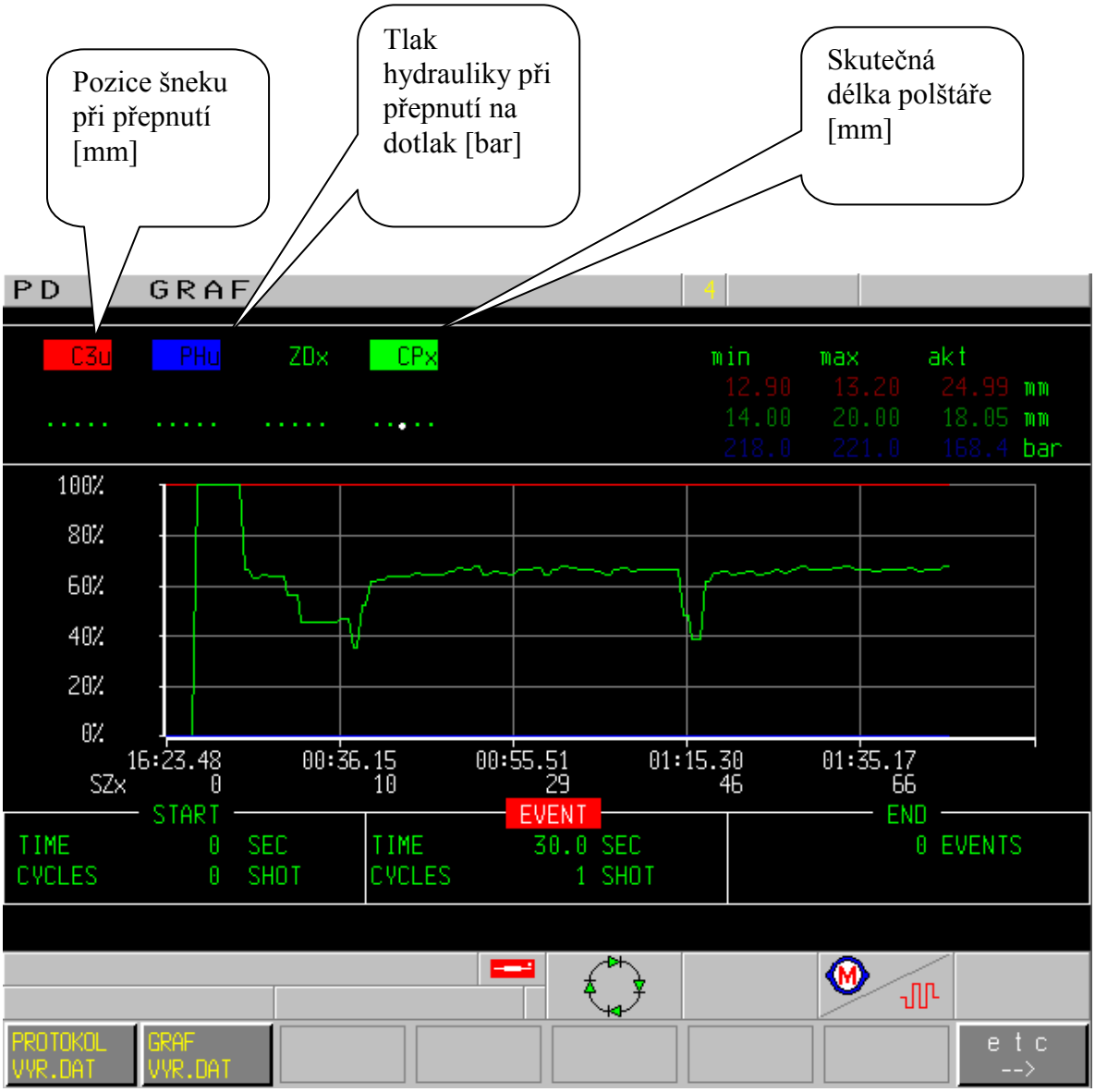


Obrázek 3.1 Foto aktuálních výrobních dat vstřikovacího stroje - doplněno komentářem

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2010]

Data nastavení procesu se uchovávají v paměti stroje do doby, než se vymění vstřikovací forma. Na disketu lze nastavit ukládání jen dat právě zobrazovaných na displeji stroje. Uložit data zpětně není možné.

Na obrázku 3.2 je zobrazen skutečný graf některých sledovaných veličin. Zeleně je vykreslen průběh skutečné délky polštáře. Pokud jeho hodnota přesáhne přípustné nastavené rozmezí dochází k výrobě zmetku strojem.

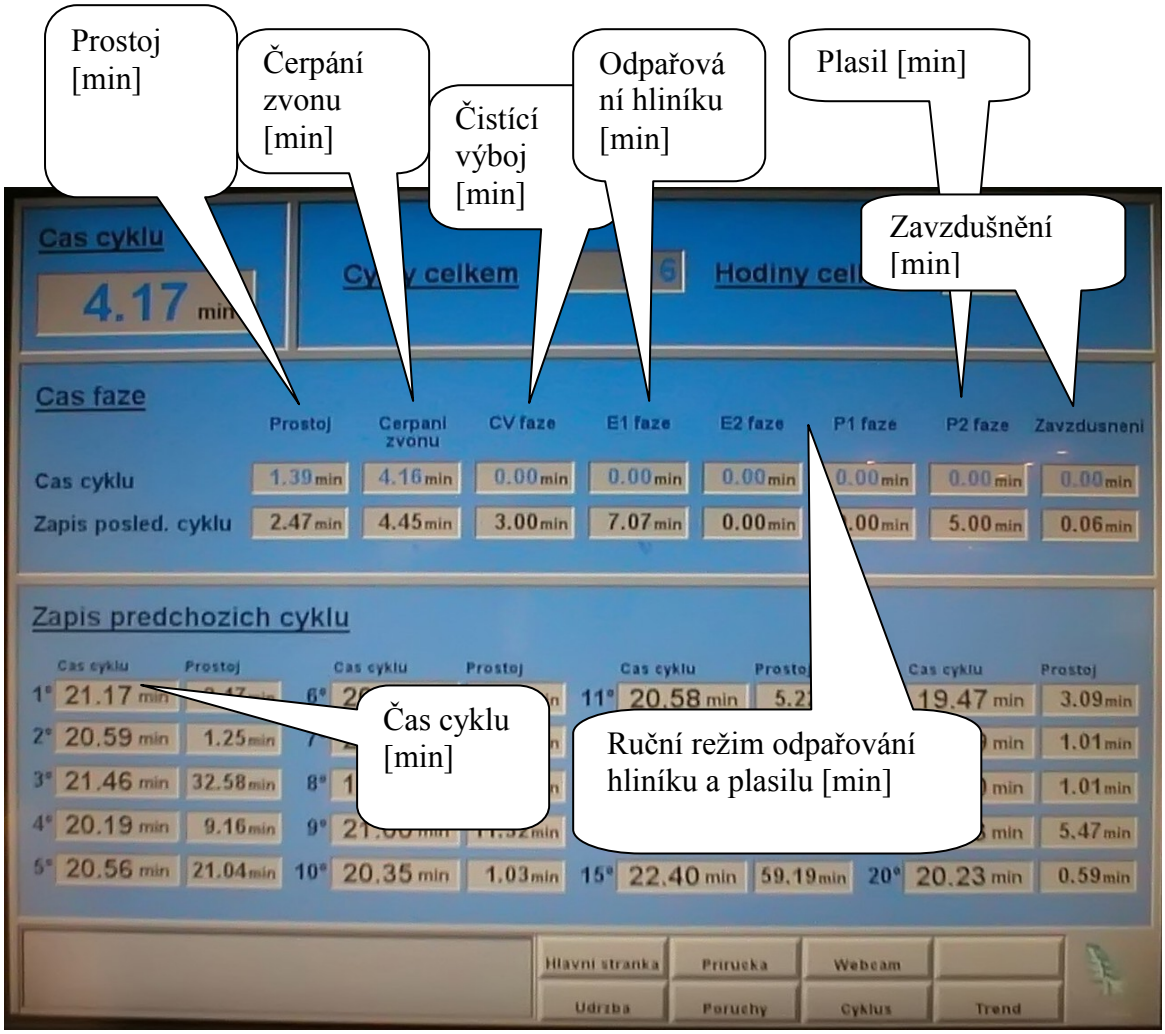


Obrázek 3.2 Foto grafu výrobních dat vstřikovacího stroje - doplněno komentářem

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2010]

Naproti tomu zápis dat z pokovovacího stroje je znázorněn na obrázku 3.3, kdy se v poli ***„Cas faze“*** zobrazuje čas právě probíhajícího cyklu a čas posledního cyklu.

Pokovovací stroj uchovává data v paměti průmyslového PC po dobu 120 dnů, pak se automaticky mažou a přepisují. Přístup k datům tohoto procesu u starších strojů má servisní technik (s použitím hesla). Seřizovači a technolog mají přístup povolen jen pro změnu nastavení parametrů chodu stroje na dotykovém panelu. U novějších strojů lze data uložit přes USB rozhraní tlačítkem na flash disk.



Obrázek 3.3 Foto výrobních dat pokovovacího stroje - doplněno komentářem

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2006]

Na obrázku 3.4 je zobrazen skutečný graf některých sledovaných veličin. Fialovou barvou je vykreslen skutečný průběh teploty polycoldu (chladící zařízení, které snižuje dobu čerpání vysokého vakua a tím zkracuje dobu cyklu stroje). Červená křivka zobrazuje

teplotu oleje v difuzní vývěvě a modrá křivka zobrazuje teplotu plasilu (protikorozní ochranná vrstva nanášena na hliníkovou vrstvu).

Obrázek 3.4 Foto grafu sledovaných veličin pokovovacího stroje

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2011]

Pro tuto práci jsem využila data jednoho cyklu uvedeného v tabulce 3.1.

Tabulka 3.1 Jednotlivé fáze cyklu

Název fáze	**Prostoj**	**Čerpání zvonu**	**Čistící výboj**	**Odpařování hliníku**	**Plasil**	**Zavzdušnění**	**Čas cyklu**	**Celkový čas cyklu**
Doba fáze [min]	2.10	0.18	3.29	9.56	6.14	0.56	21.5	23.06

V tabulce 3.2 uvádím všechny monitorované veličiny pro obě technologie.

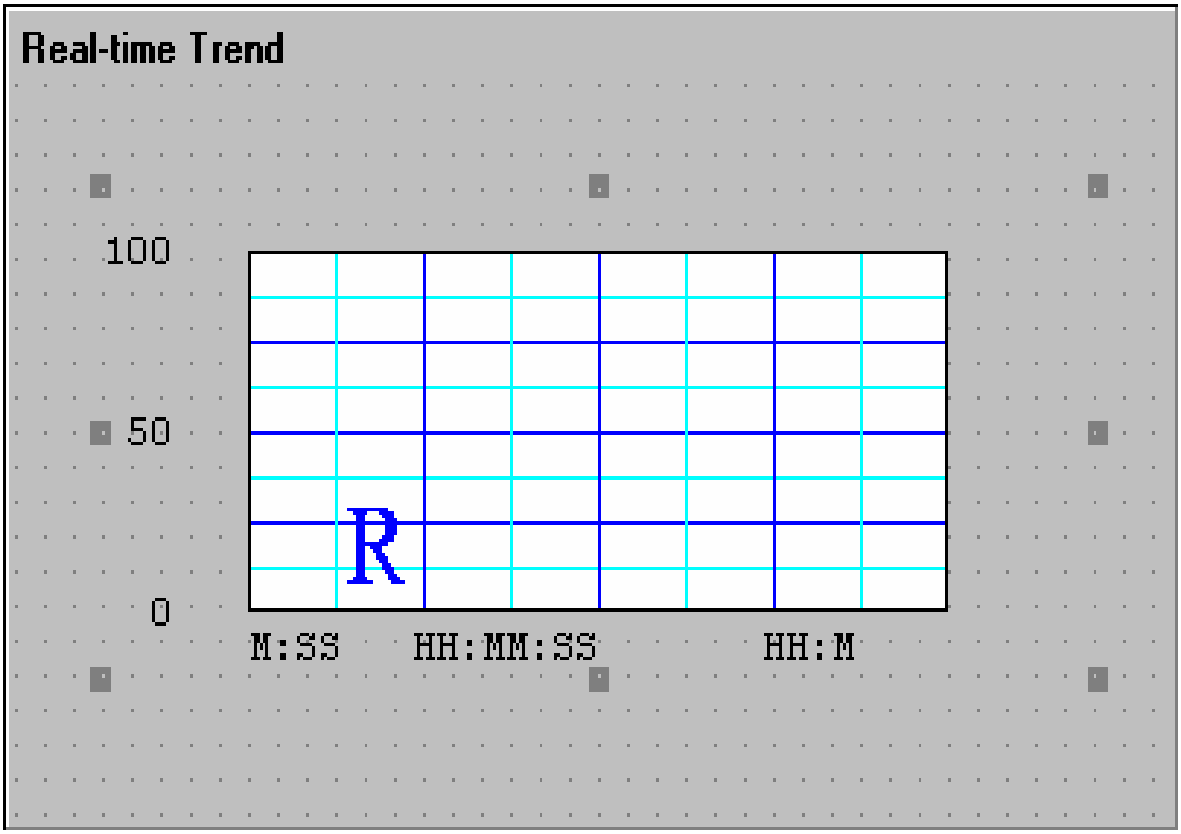
Tabulka 3.2 Monitorované veličiny

Název monitorované veličiny	**Rozsah**	**Limity pro alarm (min /max)**	**Jednotky**	**Popis**
Cyklus	0 - 70	59 / 61	[s]	Celková doba jednoho cyklu
Polstar	0 - 60	16 / 60	[mm]	Délka polštáře
Vstrik	0 - 6	3 / 5	[s]	Doba vstřikovánií hmoty
Davkovani	0 - 35	29/31	[s]	Doba dávkování hmoty
Ochrana	0 - 4	2/ 3	[s]	Doba ochrany formy
Tlak	180	160 / 176	[bar]	Tlak hydrauliky při přepnutí na dotlak
Zdvihy	0 - 1000	-	[ks]	Skutečný počet všech vyrobených kusů (K_z)
Kusy	0 - 1000	-	[ks]	Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů (K_d)
Zmetky	0 - 1000	- / 10	[ks]	Skutečný počet zmetků (Z)
CA	0 - 1000	- / -	[mbar]	Tlak v pásmu hrubého vakua
HV	0 - 0.02	- / -	[mbar]	Tlak v pásmuvysokého vakua

Polycold	-140 - 22	- / -	[°C]	Teplota polycoldu

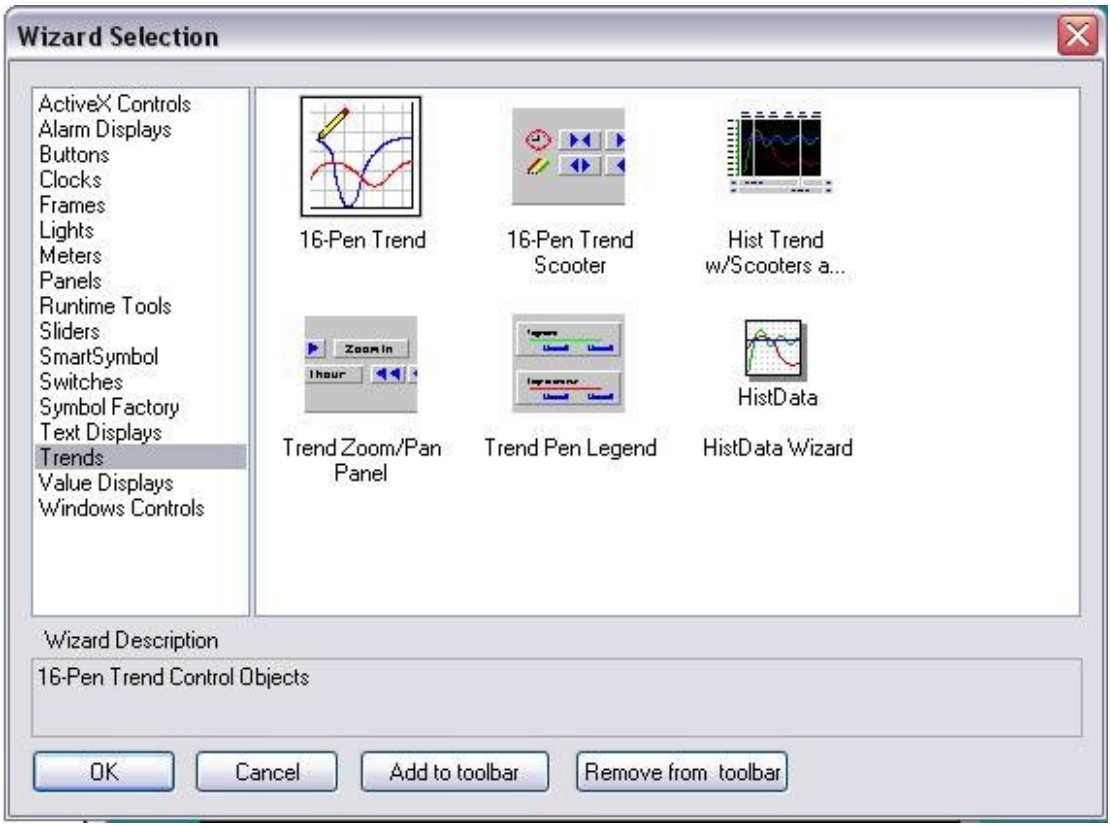
3.2 Trendy v programu InTouch

Průběhy monitorovaných veličin jsou sledovány ve vizualizačním prostředí InTouch pomocí nástrojů - objektů - trendů. Program dokáže zobrazit dva typy trendů, a to ***„reálné“*** a ***„historické“***. Pro návrh projektů použijeme nástrojovou lištu ***Drawing (Kreslení)*** ve Windows Maker, kde si vybereme nástroj reálný nebo historický trend a jednoduchou metodou drag and drop jej umístíme na požadovaném místě, viz obrázek 3.5.



Obrázek 3.5 Vytvořený reálný trend

Můžeme také použít předkonfigurovaný trend objekt z dialogového okna Wizard Selection (Dialog výběru) s možností zobrazit až šestnáct proměnných, viz obrázek 3.6.



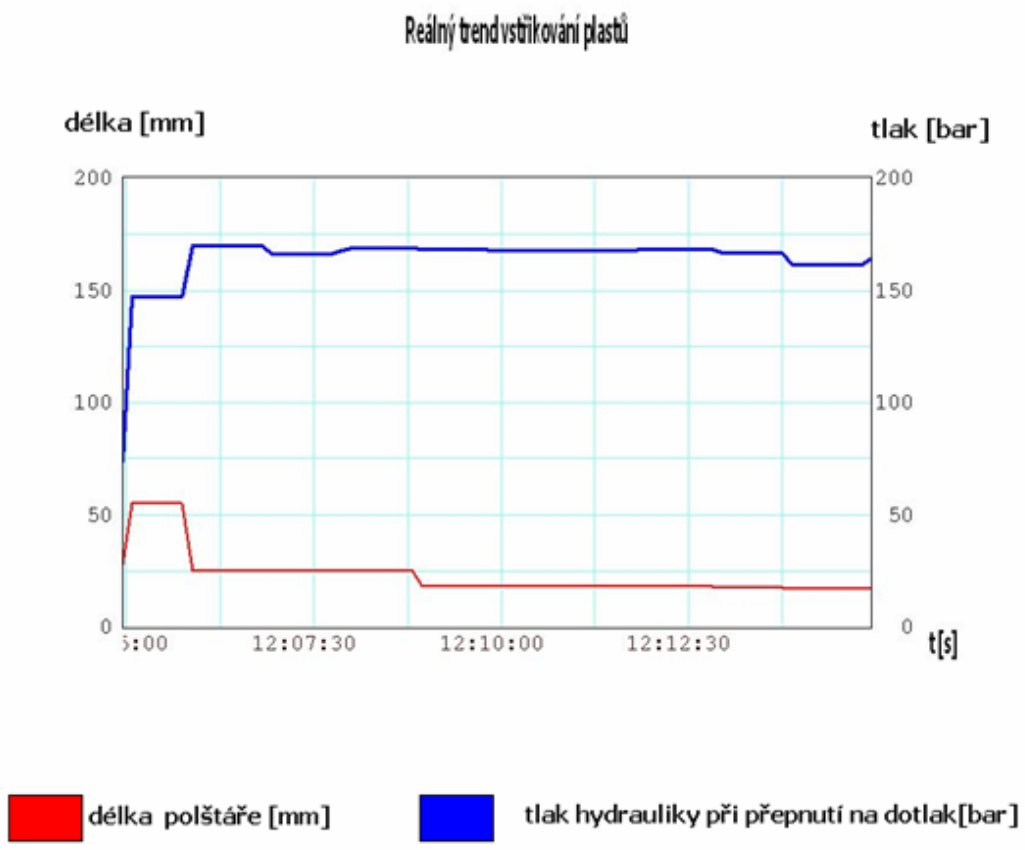
Obrázek 3.6 Prvky pro výběr trendů z dialogového okna Wizard Selection

Reálné trendy

Reálné trendy se vyznačují těmito vlastnostmi:

- Jsou schopny zakreslit až čtyři proměnné nebo výrazy.
- Mají dynamický průběh a jsou nepřetržitě aktualizovány.
- Data se neukládají do souboru.
- Konfigurace těchto trendů se provádí pouze ve vývojovém prostředí.
- Monitorovaná veličina se zobrazí ve svém definovaném rozsahu.

Na obrázku 3.7 vidíme průběhy monitorovaných veličin technologie vstřikování plastů. Při tomto monitorování sleduji jednotlivé hodnoty výroby.



Obrázek 3.7 Reálný trend s průběhy monitorovaných veličin modelové soustavy

Červenou barvou je vykreslená délka polštáře v každém cyklu (tato délka ovlivňuje zmetkovitost). Modrou barvou je vykreslen tlak v hydraulice stroje při přepnutí na dotlak (nastavením tlaku při přepnutí se kompenzují vzniklé výkyvy objemu vstříknutého materiálu).

Osa x nám zobrazuje reálný čas, v mém případě to jsou hodiny, minuty a sekundy. Osa y zobrazuje nadefinovaný rozsah (0.00 - 200.00) u proměnných, což u délky polštáře je hodnota v milimetrech a u tlaku hydrauliky stroje je v barech.

Při monitorování technologie vysokovakuového pokovování sleduji průběhy tlaků ve vakuu v jednom pracovním cyklu (obrázek 3.8) při přechodu z fáze odpařování hliníku do fáze nanášení plasilu. Modrou barvou je vykreslen průběh tlaku v pásmu vysokého vakua a fialovou barvou je vykreslen průběh tlaku při přechodu do pásma hrubého vakua.

Nízký tlak v pásmu vysokého vakua při odpařování způsobí, že napařená vrstva hliníku má žlutou barvu, nebo je tmavá.

Osa x nám zobrazuje reálný čas, i v tomto případě se jedná o zobrazení hodin, minut a sekund. Osa y zobrazuje nadefinovaný rozsah 0.000000 - 0.000300 mbar, pro zobrazení reálných dat proměnných hrubého a vysokého vakua.

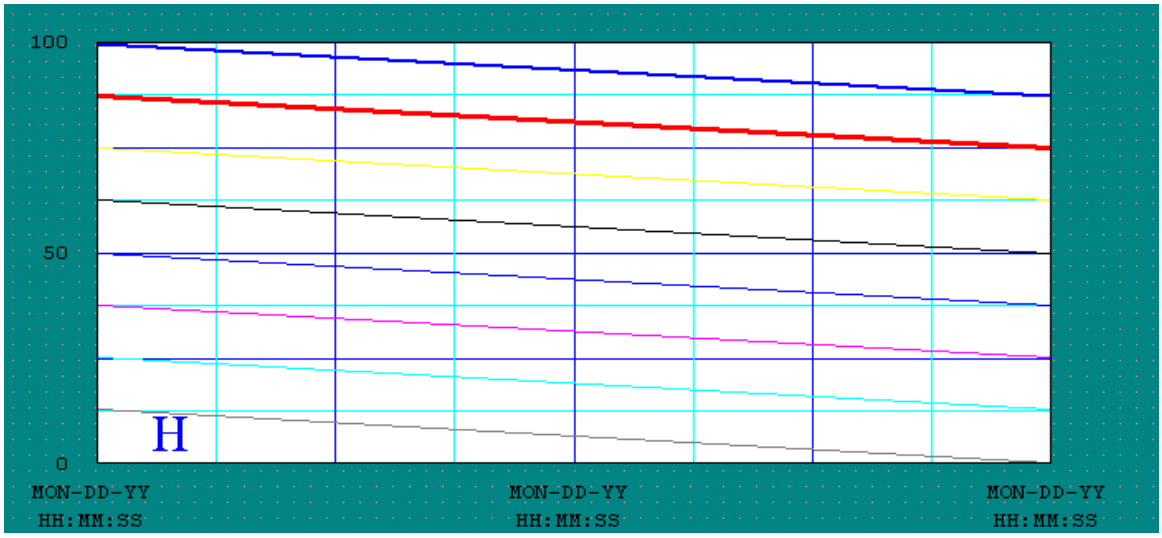
Reálné i historické trendy by měly mít stejné barvy a legendy pro stejné veličiny.

Obrázek 3.8 Reálný trend s průběhy monitorovaných veličin modelové soustavy vakuového kovení

Historické trendy

Historické trendy mohou být charakterizovány těmito vlastnostmi:

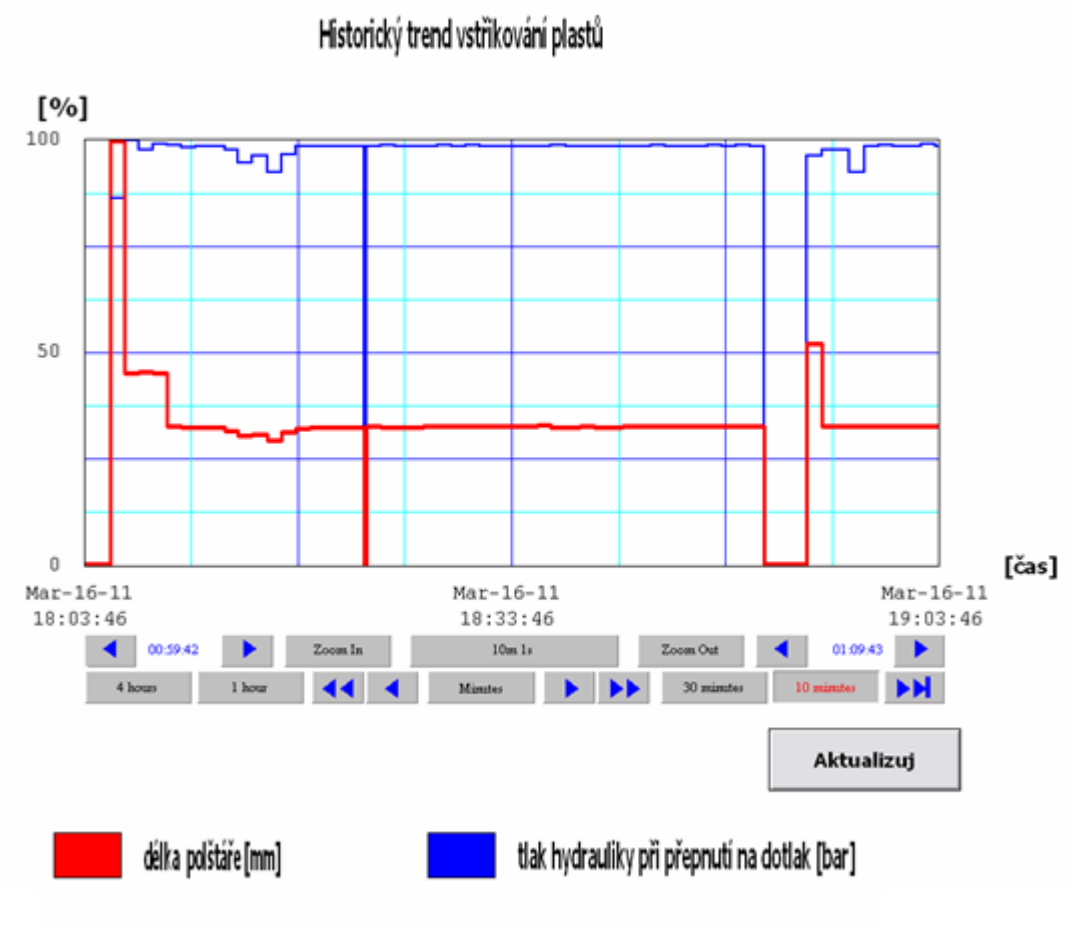
- Zakreslují až osm proměnných viz obrázek 3.9.
- Data nejsou aktualizována a zobrazují zpětně stav systému v určitém datu a čase.
- Data se ukládají do vytvořeného soboru lgh, který je při konfiguraci nutno povolit v menu ***Special>Configure>HistoricalLogging.***
- Vyžaduje definici proměnné např. „Historie“, která je typu HistTrend pro zápis do log. souboru s formátem rrmmdd00.lgh, např. 10050200.lgh pro 2.5.2010.
- Monitorovaná veličina a barva pro vykreslení je konfigurována v runtime a vývojovém prostředí na rozsah <=100 (100% hodnoty rozsahu veličiny).



Obrázek 3.9 Historický trend

Pro ukládání a následné vyhodnocování sledovaných proměnných jako historický trend, musíme nastavit požadovaným proměnným ukládání dat. Toto nastavení provedeme v ***databázi proměnných (Tagname Dictionary)***, kde se označením kolonky ***Log Data*** aktivuje ukládání dat do souboru.

Na obrázku 3.10 vidíme historická data monitorovaných veličin vstřikování plastů. Jedná se o zobrazená historická data, která zaznamenávají jednotlivé hodnoty výroby.



Obrázek 3.10 Historický trend monitorovaných veličin prvního příkladu – vstřikování plastů

Červenou barvou je vykreslen průběh délky polštáře v každém cyklu. Modrou barvou je vykreslen tlak hydrauliky stroje při přepnutí na dotlak. Na ose x mám nastaven datum a čas, ve kterém se zobrazuje historie monitorovaných dat. Pro přehlednost osa y v mém případě zobrazuje 100% hodnoty rozsahu monitorovaných veličin.

Využila jsem možnosti vylepšení pomocí nástroje ***Hist Trend Panel with Pan and Zoom*** z dialogového okna ***Wizard Selection (Dialog výběru)***. Tento nástroj mi umožňuje rychlý náhled uložených dat o různě dlouhou dobu v před i vzad.

Na obrázku 3.11 jsou zobrazená historická data pokovovacího cyklu. V tomto případě monitoruji průběhy tlaků v pásmu hrubého a vysokého vakua.

Fialovou barvou je vykreslen tlak v pásmu hrubého vakua ve fázi čistícího výboje. Modrou barvou je vykreslen průběh tlaku v pásmu vysokého vakua.

Stejně jako v předchozím případě mám na ose x nastaven datum a čas, ve kterém se zobrazuje historie monitorovaných dat a osa y pro lepší viditelnost zobrazuje jen 5% hodnoty rozsahu monitorovaných veličin.

Obrázek 3.11 Historický trend monitorovaných veličin příkladu vakuového kovení

Tyto veličiny můžu aktualizovat vytvořeným tlačítkem ***„Aktualizuj“***, se skriptem ***HTUpdateToCurrentTime(Hist_Tag)***, který způsobí, že se načtou a zobrazí data s konečným časem, který se rovná aktuálnímu času, přičemž počáteční čas bude roven konečnému aktuálnímu času mínus šířka grafu.

4 Návrh aplikace ve vývojovém prostředí

Systém Simatic WinCC

SCADA/HMI software Simatic WinCC, pracuje na platformě Windows 2000/XP, který je vhodný pro všechny náročné aplikace ve všech oblastech průmyslu, může být nasazen jako jedna stanice případně jako více stanic (až 12 redundantních serverů) s architekturou server-klient (až 32 klientů na server) [SIEMENS. 2009].

- Software WinCC je k dispozici v různých provedeních dle počtu procesních proměnných, které se přenášejí z řídicích prvků do vizualizace a opačně.
- WinCC je vybudováno na relační databázi (MS SQL Server), v níž jsou uložena konfigurační i archivní data. Tato koncepce umožňuje přístup ke zmíněným datům metodami ODBC (Open Data-Base Connectivity), SQL (Structured Query Language).
- Připraven na komunikační propojení s vnitropodnikovými systémy (např. systém SAP).
- Součástí této aplikace je systém správy jednotlivých operátorů a jejich přístupových práv. Tento systém je možno ovládat z centrální stanice, čímž je zajištěna nejvyšší ochrana nastavených hodnot. Pokud to okolnosti vyžadují je možno archivovat i projekční změny vlastní WinCC aplikace.
- Sledovací a ovládací úlohy aplikace WinCC je možné provádět přes Intranet/Internet rozhraní. Díky tomu je možné z jakéhokoli místa na světě sledovat požadované hodnoty

  a případně provést operátorský zásah. Veškeré zásahy jsou i zde plně zabezpečeny proti zneužití neoprávněnou osobou.
- Skriptový jazyk C byl ve verzi 6 doplněn o jazyk VisualBasic, což přináší mocný nástroj pro řešení těch nejnáročnějších a současně nejnestandardnějších úloh, které si vyžaduje konkrétní aplikace.
- Nadstavba Basic Process Control přináší progresivní a standardizované řešení pro vlastní vzhled WinCC aplikace, který je možný vytvořit v několika minutách, čímž dojde k podstatnému snížení projekčních nákladů. Součástí nadstavby je varianta pro aplikace s více monitory.

- Pro zabezpečení integrity WinCC aplikace s více stanicemi je možno nakonfigurovat tzv. inženýrskou stanici, kde se veškeré změny provádějí. Systém v této stanici sleduje realizované úpravy, které je možné následně on-line přenášet do ostatních stanic[SIEMENS. 2009].

Na obrázku 4.1 je zachycen pokovovací stroj vytvořený pomocí software WinCC.

Obrázek 4.1 Foto - příklad reálného procesu s pomocí WinCC

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2006]

ControlWeb

Produkt české firmy Alcor (obrázek 4.2) určený pro operační systémy Windows 95 a vyšší, který má zdarma neomezenou technickou podporu po dobu životnosti programu.

- Objektově orientovaný systém, který slouží k vývoji a provozování vizualizačních měřících, řídících, regulačních, komunikačních programů a programů pro sběr, archivaci a zpracování dat.
- Aplikace se vytváří v grafickém prostředí, kde jsou k dispozici všechny komponenty nutné ke tvorbě vizualizačních aplikací.
- Obsahuje zobrazovací a ovládací prvky, alarmy, archivy, historické trendy apod. Překladač vygeneruje bezprostředně spustitelný program.
- Obsahuje zabudovaný HTTP server a dokáže vytvářet dynamické aplikace založené na www technologiích, zpřístupňované prostřednictvím standardních www prohlížečů.
- Podporuje kódování ANSI a UNICODE a jazyky (čeština, japonština,…).
- Poslední verze je ControlWeb 5 [MORAVSKÉ PŘÍSTROJE. 2009].

Obrázek 4.2 Vývojová verze systému *Control Web* na operačním systému Windows Longhorn

pramen [MORAVSKÉ PŘÍSTROJE 2009]

InTouch

Program InTouch firmy Wonderware je světově nejpoužívanější softwarový produkt kategorie SCADA/HMI (Supervisory Control and Data Acquisition / Human-Machine Interface) určený pro operační systémy Microsoft Windows 2000, Windows 2003, Windows XP nebo Windows Vista Business/Premium/Ultimate.

- Poskytuje jednotný a integrovaný pohled na všechny řízené technologie a výrobní procesy.
- Určen pro vizualizaci, sběr dat a supervizní řízení technologických procesů.
- Umožňuje všem (operátorům, technologům, kontrolorům i manažerům) v reálném čase sledovat a reagovat na průběhy veškerých výrobních operací prostřednictvím názorného grafického znázornění libovolných technologických procesů (obrázek 4.3).

Obrázek 4.3 Grafické znázornění technologického procesu pomocí software InTouch

pramen [PANTEK 2009]

Pro vizualizaci a monitorování zvolených modelů soustav použiji simulační SCADA/HMI software InTouch 10 od firmy Wonderware.

4.1 Software InTouch 10

InTouch je otevřený a rozšiřitelný systém, který nabízí značnou flexibilitu při návrhu aplikace a zajišťuje připojitelnost na velkou škálu automatizačních průmyslových zařízení.

Jeho vývojové prostředí disponuje rozsáhlými funkcemi, které umožňují rychlý vývoj, testování a nasazení výkonných automatizačních aplikací poskytující informace v reálném čase.

Základní vlastnosti:

- ***Výkonnost a univerzálnost*** - poskytuje uživatelům univerzální vývojové prostředí a flexibilní architekturu, která jim umožňuje vytvářet výkonné a flexibilní aplikace. InTouch lze výhodně nasadit na samostatných počítačích, v distribuované architektuře klient/server,
  v aplikacích využívajících FactorySuite Industrial Application Server a v aplikacích s tenkými klienty s využitím terminálových služeb.
- ***Konektivita*** - umožňuje připojení prakticky k jakémukoliv průmyslovému automatizačnímu řídícímu zařízení prostřednictvím stovek komunikačních programů, tzv. I/O Serverů.
- ***Architektury*** - podporuje mnoho typů architektur, což umožňuje snadnost nasazení a údržbu systému, např. samostatná aplikace, klient/server, dynamický vývoj aplikací, terminálové služby.
- ***Otevřenost vývojového prostředí*** - InTouch umožňuje využití mnoha komunikačních technologií. Podporuje protokoly Wonderware SuiteLink, OPC, DDE, FastDDE, NetDDE. Také podporuje prvky ActiveX.
- ***Zabezpečení*** - může být provedeno heslem aplikace, využitím ověřovacího mechanismu operačního systému Microsoft Windows nebo zabezpečovacím modelem technologie ArchestrA.
- ***Alarmy*** - jsou výstražná hlášení které, informují operátory o stavu výrobního procesu a řidícího systému.

Práce s programem InTouch

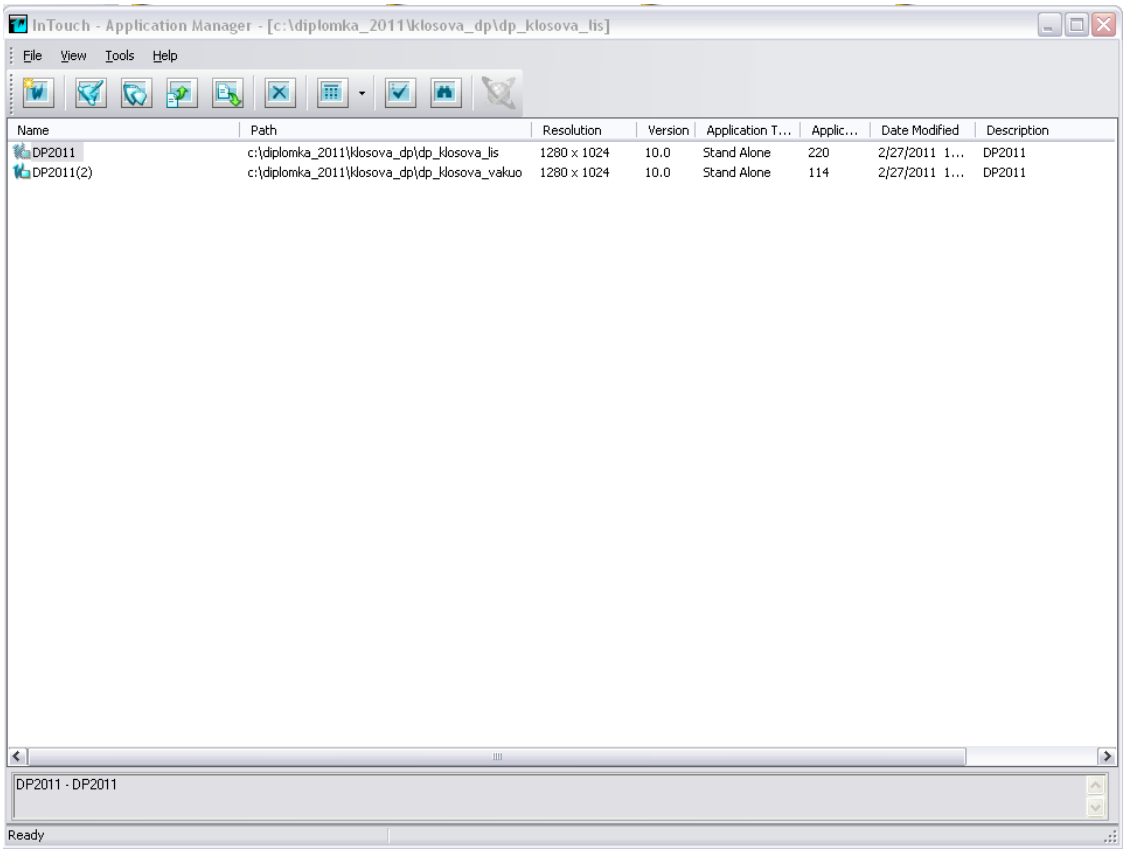
Tento systém se skládá ze dvou hlavních částí: „**Window Maker**“ a „**Windows Viewer**“.

- ***Window Maker*** - je vývojové prostředí, které má všechny funkce nutné pro vytváření interaktivních „dotykově citlivých“ a v oknech zobrazených objektů. Obsahuje také nástroje pro sledování alarmových stavů veličin, jejich trendů a vytváření jejich databáze. Tato databáze umožňuje připojení jednotlivých oken přímo na průmyslové regulátory, I/O systémy a jiné Windows aplikace.
- ***Window Viewer*** - spouští grafická okna vytvořená v programu WindowMaker v runtime reálném čase.

Spuštění programu

Po spuštění programu (obrázek 4.4) se zobrazí ***InTouch - Application Manager*** (správce aplikací InTouch). Tento program se používá při vytváření nových, otevírání existujících a odstraňování aplikací. Novou aplikaci vytvoříme v menu ***File > New***. V následně zobrazeném dialogovém okně se zadává adresář, kam má být nová aplikace ukládána, jméno a popis aplikace.

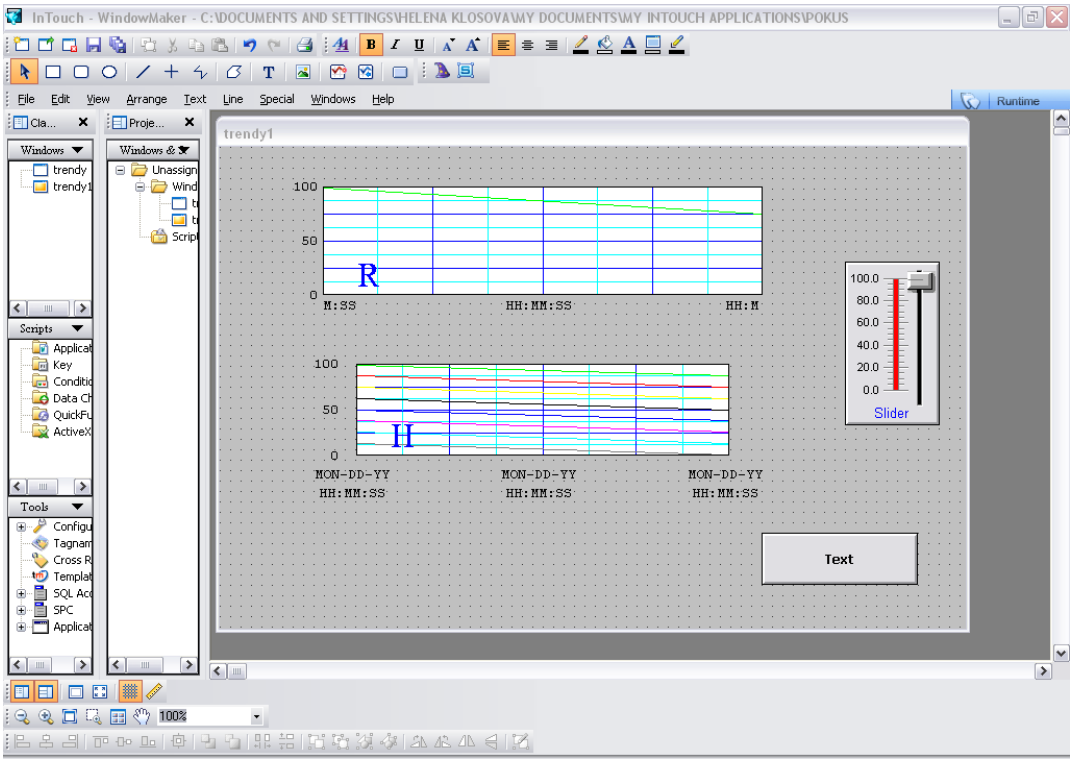
Vyhledání aplikace se používá v případě, když existující aplikace není nabídnuta v seznamu. Je v nabídce ***Tools > Find Applications***, v následně zobrazeném okně se zadává adresář, kde se aplikace nachází.



Obrázek 4.4 InTouch Application Manager

Prvky programu WindowMaker

Program WindowMaker (obrázek 4.5), podporuje plovoucí a ukotvené nástrojové lišty, nabídky vyvolané kliknutím pravého tlačítka myši a přizpůsobitelnou barevnou paletu.



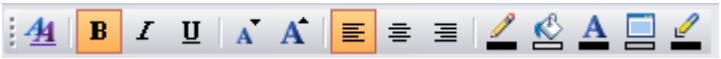
Obrázek 4.5 WindowMaker

Nástrojové lišty

- ***General*** - obsahuje nástroje pro práci s okny, nabídka ***File***, nástroje pro práci se schránkou a tlačítka Zpět a Znovu, nabídka ***Edit.***

- ***Wizards/ActiveX*** - obsahuje nástroj pro přístup ke knihovně předkonfigurovaných objektů.

- ***Format*** - obsahuje nástroje pro většinu příkazů formátování textového objektu, nabídka Text, a nástroje pro přístup k barevné paletě.



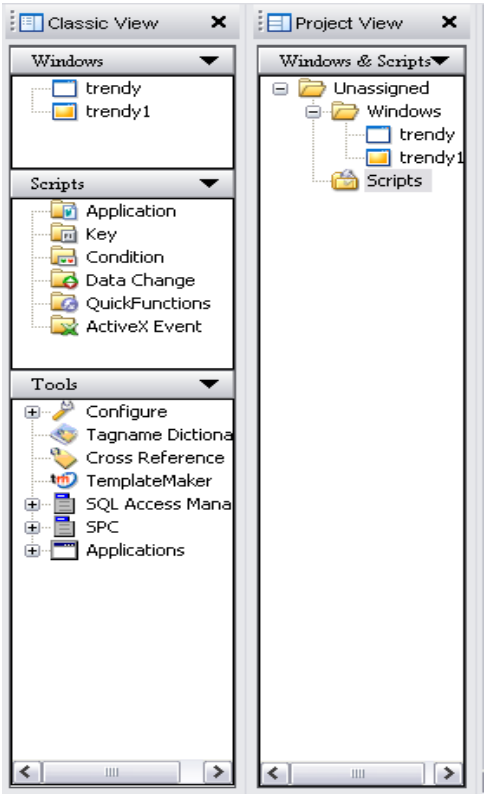
- ***View*** - obsahuje nástroje pro zobrazení/skrytí pravítka, mřížky, všech lišt, panelu Application Explorer.

- ***Draw*** - obsahuje grafické kreslící nástroje.

- ***Arrange*** - nástroje pro uspořádání více objektů, nabídka Arrange.

Application Explorer

Application Explorer (Aplikační průzkumník) znázorněný na obrázku 4.6, je hierarchický grafický náhled na aplikaci, rozdělený na klasický náhled a náhled projektu. Umožňuje nám snadnou navigaci v aplikaci a její konfiguraci.

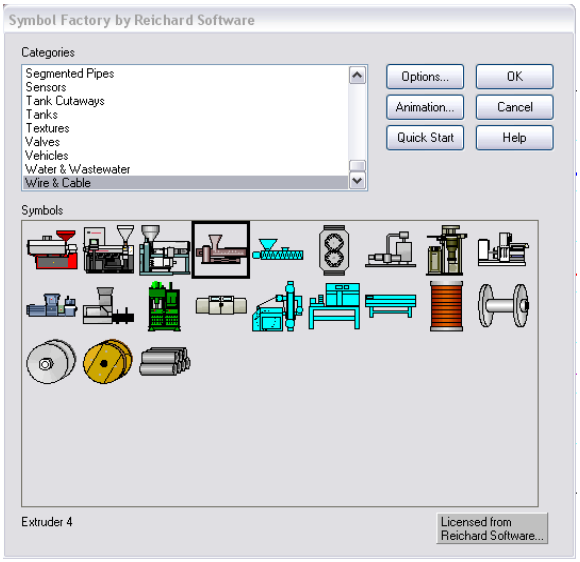


Obrázek 4.6 Application Explorer

- ***Windows*** - zobrazení a správa oken aplikace.
- ***Scripts*** - vytváření a editace skriptů.
- ***Tools*** - pracovní nástroje.
  - ***Configure*** - nastavování aplikace. Např. alarmy, ukládání historických dat, apod.
  - ***Tagname Dictionary*** - databáze proměnných.
  - ***Cross Reference*** - křížové odkazy. Výskyt proměnných v aplikaci.
  - ***TemplateMaker*** - vytváření, editace a mazání SuperTag.
  - ***SQL Acces Manager*** - přístup k datům v SQL Severu a jejich správa.
  - ***SPC*** - SPC dovoluje operátorovi dynamicky upravovat datové soubory, schéma apod.
  - ***Application*** - aplikace rozšiřující funkce programu InTouch nebo jakékoli uživatelem definované programy.

Pro návrh modelů jsem použila výše uvedených nástrojů pro tvorbu objektů. Nejdříve jsem si vytvořila příslušná okna, do kterých jsem vkládala objekty. Pro návrh soustav jsem využívala nejen klasickou nástrojovou lištu ***Draw*** pro grafické kreslení, ale také knihovnu předkonfigurovaných objektů z nástrojové lišty.

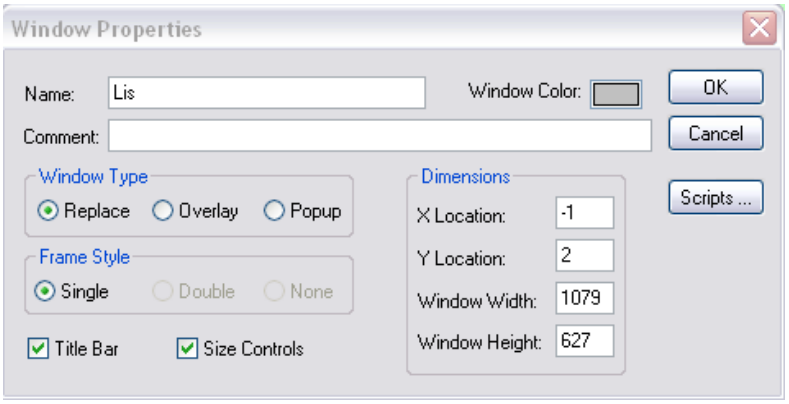
Knihovna Symbol Factory dostupná z knihovny Wizards (obrázek 4.7) disponuje spoustou vytvořených objektů pro rychlejší práci při návrzích různých technologií mnoha oborů.



Obrázek 4.7 Knihovna předkonfigurovaných objektů

Práce s okny

Při tvorbě nového okna je třeba definovat jeho vlastnosti (obrázek 4.8). Vytvoření nového, otevření existujícího, zavření a uložení okna lze provést buď příslušnou ikonou v liště ***General***, volbou z menu ***File***, nebo z ***Application Explorer*** kliknutím pravým tlačítkem myši na název daného okna a vybráním příslušné volby.



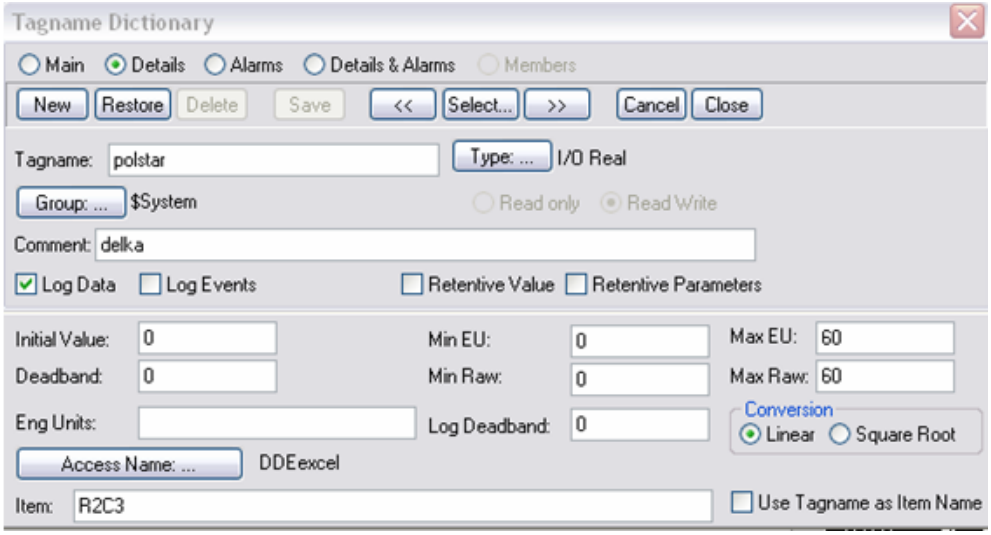
Obrázek 4.8 Window Properties

Vlastnosti okna:

- ***Name (Název)*** - název zobrazený v titulkovém pásu okna.
- ***Comment (Komentář)*** - jakékoli informace spojené s oknem.
- ***Window Color (Barva okna)*** - barva pozadí okna.
- ***Window Type (Typ okna)*** - typ okna:
  - ***Replace (Nahradit)*** - automaticky zavře stávající okna.
  - ***Overlay (Překrýt)*** - zobrazí se na horní ploše zobrazeného okna.
  - ***Popup (Vždy nahoře)*** - zobrazeno vždy nahoře.
- ***Frame Style (Styl rámečku)*** - volba ze tří typů rámečků.
- ***Title Bar (Záhlaví okna)*** - pokud má mít okno záhlaví.
- ***Size Controls (Ovládací prvky velikosti)*** - pokud má uživatel mít možnost změnit velikost okna.
- ***Dimensions (Rozměry)*** - velikost a umístění okna na obrazovce.

Databáze proměnných

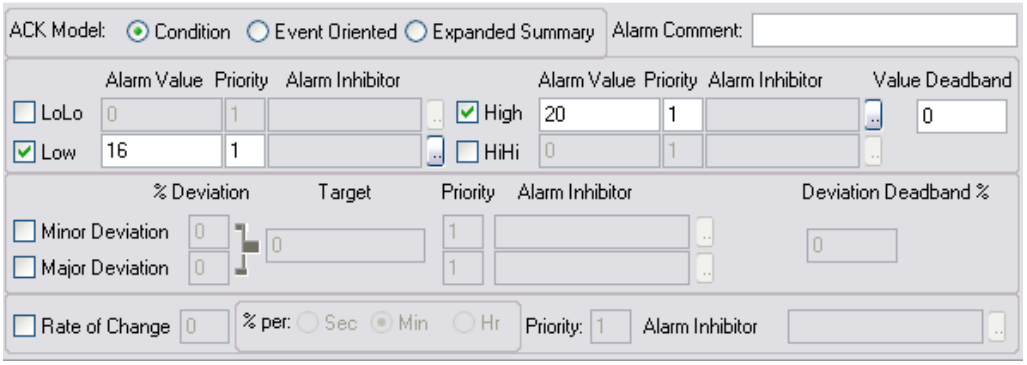
V databázi proměnných (***Tagname Dictionary*** - obrázek 4.9), zadáváme a editujeme jednotlivé proměnné. Každé proměnné musí být přiřazen název a typ. Některé typy proměnných vyžadují ještě dodatečné informace, například typ I/O.



Obrázek 4.9 Tagname Dictionary

Definice alarmových stavů proměnné

Alarmové stavy proměnných lze definovat současně s definicí proměnné. Každému alarmu lze přiřadit proměnnou, která může alarm potlačit Alarm Inhibitor Tag (Proměnná potlačení alarmu). K jednotlivým položkám alarmů, které jsou při běhu aplikace pouze pro čtení, lze přistupovat pomocí atributů. Nastavují se jednotlivé hodnoty, viz obrázek 4.10, jako: potvrzovací model, popis, alarmové hodnoty (velmi nízký, nízký, vysoký, velmi vysoký), apod.



Obrázek 4.10 Tagname Dictionary - Alarms

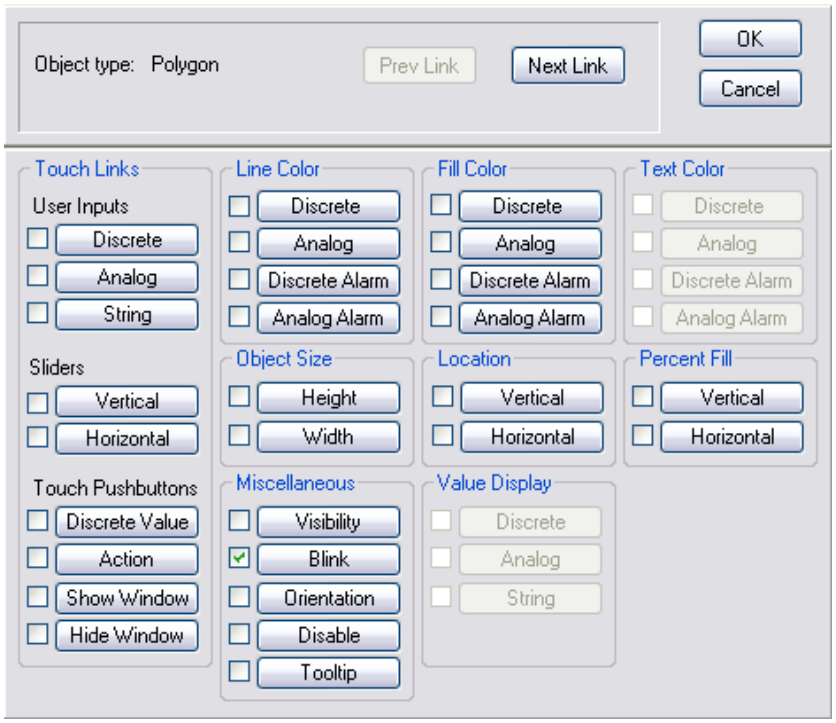
Smazání proměnné

Pro smazání proměnné je potřeba napřed aktualizovat počet použití z menu S***pecial > Update Use Count***. Pokud proměnná není použita může být smazána buď z Tagname Dictionary nebo pomocí menu ***Special > Delete Unused Tags***.

Animační vazby

Vytvořený grafický objekt nebo symbol lze „oživit“ přiřazením animačních vazeb. Tímto lze nastavit provádění změn objektu nebo symbolu, které budou odpovídat změně hodnoty proměnné nebo výrazu. Animační vazby se nastavují označením objektu a výběrem položky z menu ***Special > Animalion Links*** popřípadě dvojklikem na objekt, obrázek 4.11.

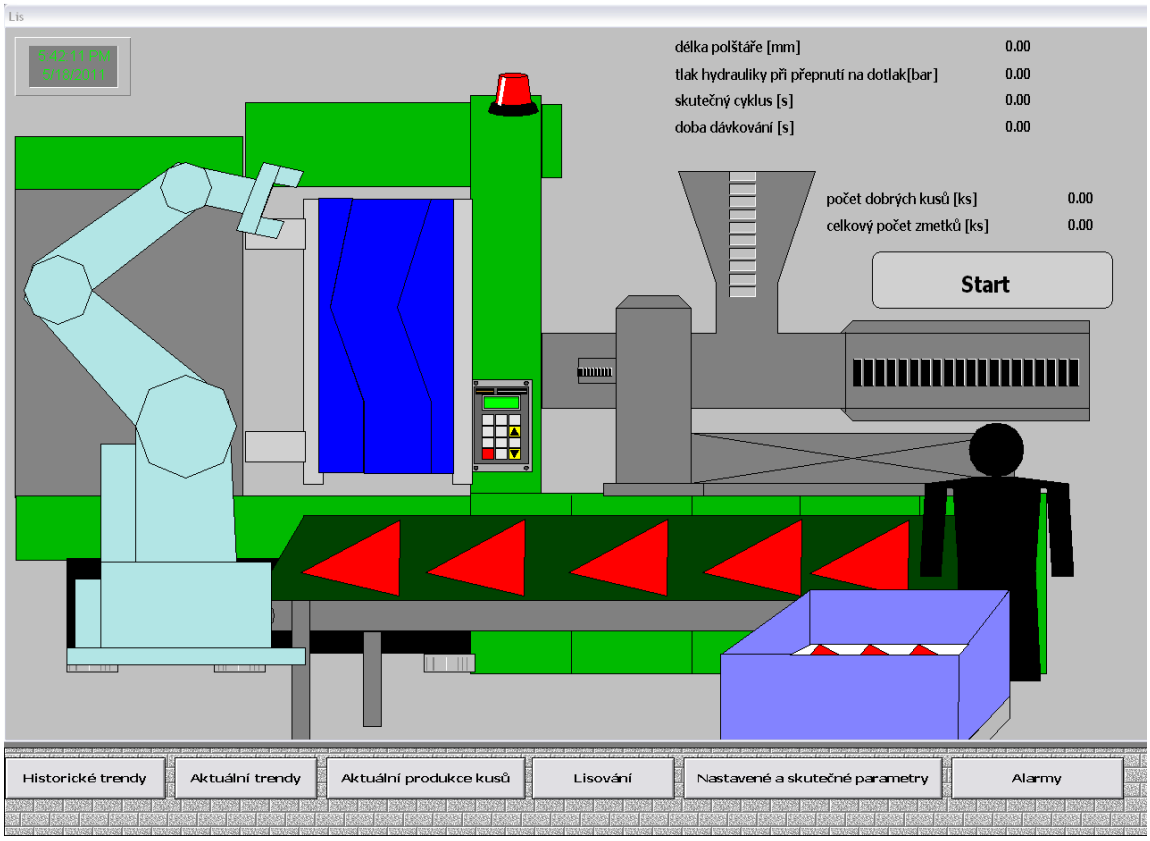
Program InTouch podporuje dva základní typy propojení: dotyková propojení a zobrazovací propojení. Dotyková propojení umožňují operátorovi zaslat informace do systému, např. tlačítka nebo posuvníky. Zobrazovací propojení umožňuje zobrazení informací u operátora, např. změna barevné výplně, umístění nebo blikání.



Obrázek 4.11 Dialogové okna výběru animačních vazeb

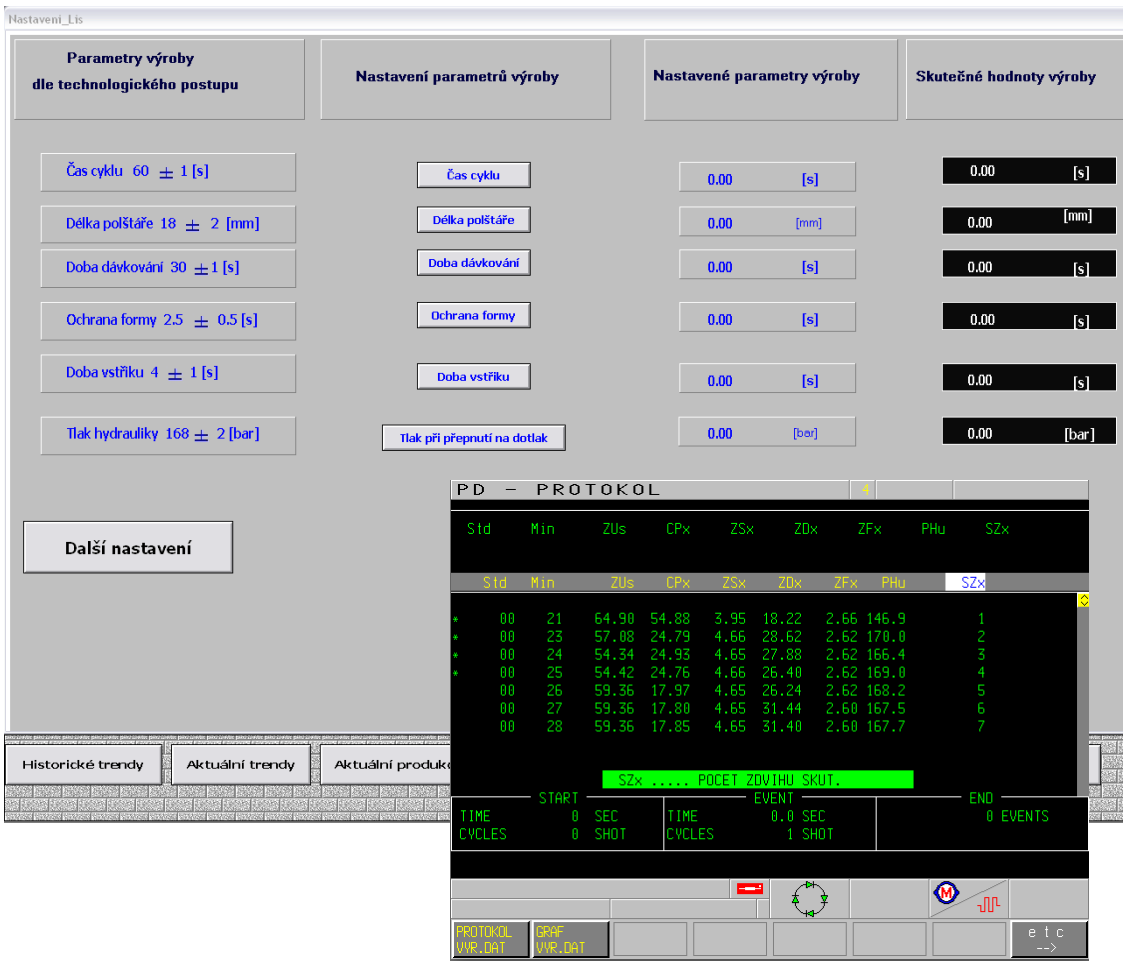
U každého modelu jsem vytvořila hlavní okno, ve kterém je nakreslen model technologie a jedno okno s tlačítky pro zobrazení dalších vytvořených oken. V těchto oknech se zobrazují různá nastavení simulace výroby.

Na obrázku 4.12 je hlavní okno modelu lisování plastových dílců. Skutečná technologie není viualizována.



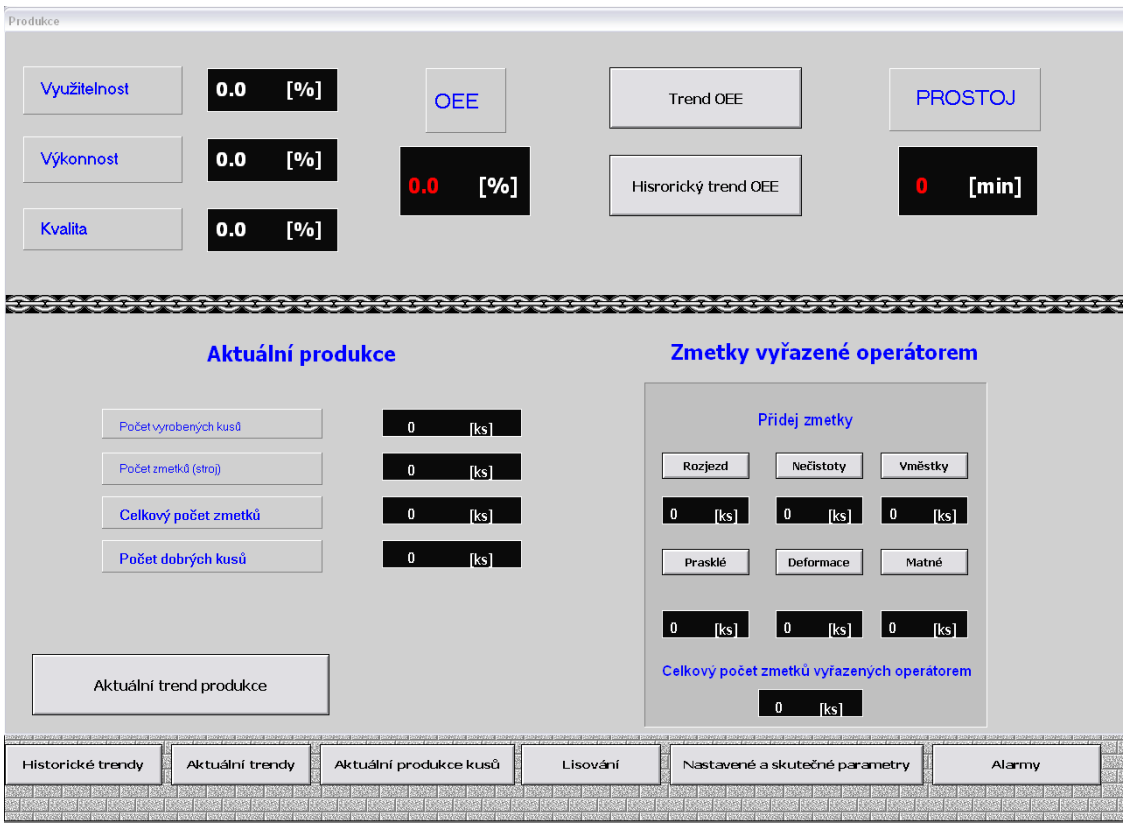
Obrázek 4.12 Model lisování plastových dílců

Na obrázku 4.13 je vytvořené okno nastavení parametrů výroby. Na malém obrázku je původní stav tohoto okna.



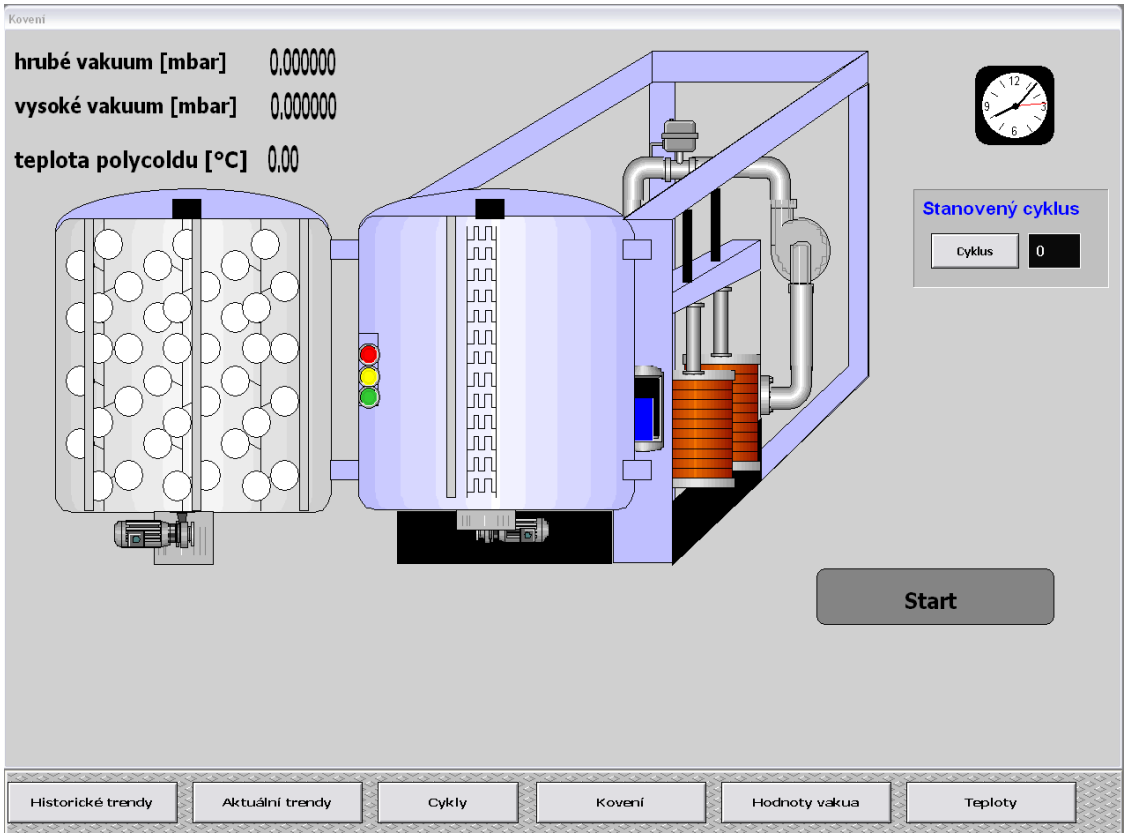
Obrázek 4.13 Protokol výrobních dat skutečný a navržený

Na obrázku 4.14 je navržené okno pro monitorování aktuální výroby, prostojů a celkové efektivity výrobního zařízení vstřikování plastů.

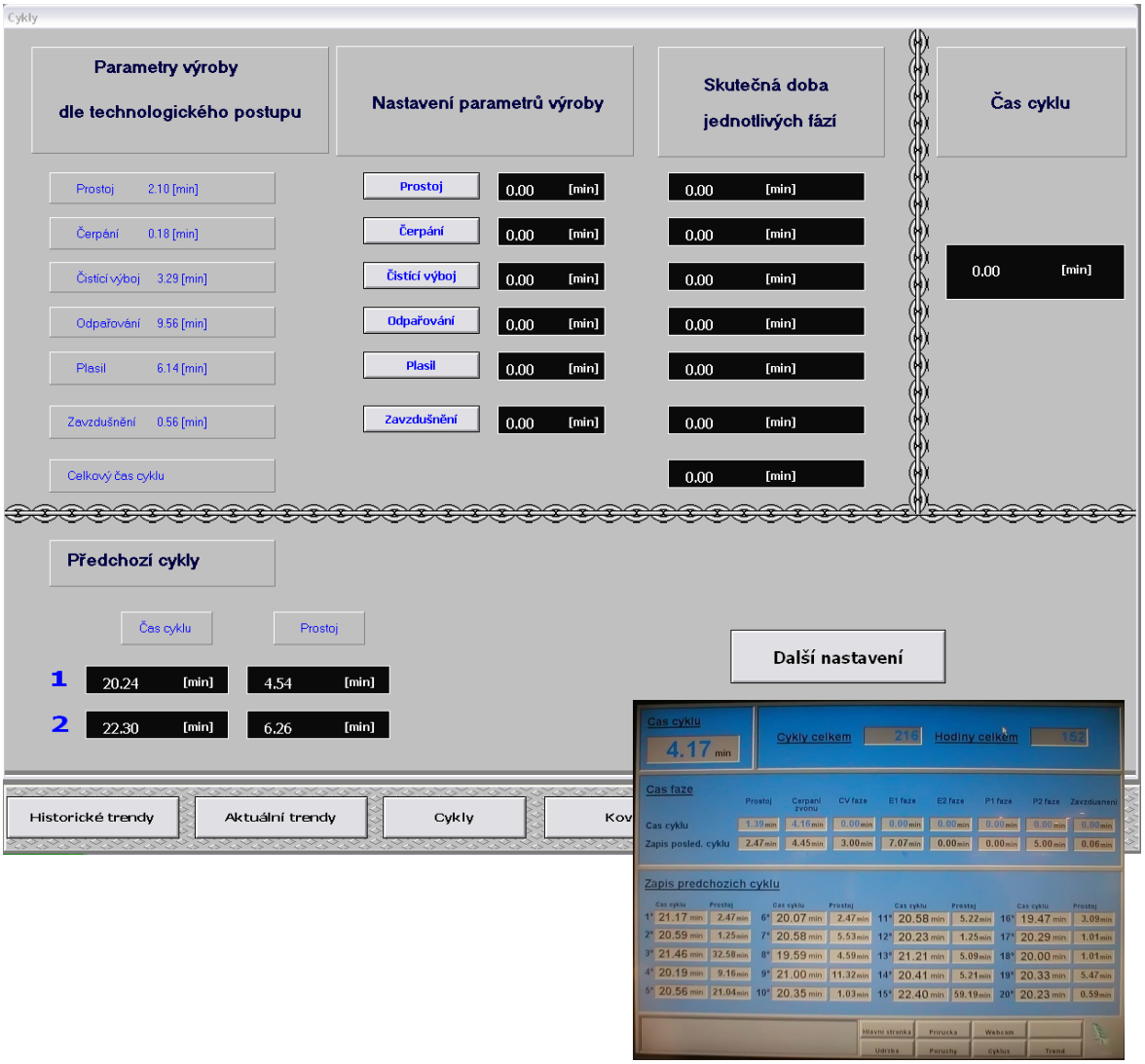


Obrázek 4.14 Navržené okno pro monitorování výroby

Na obrázku 4.15 je vytvořené hlavní okno modelu vakuového pokovování a na obrázku 4.16 je navržené okno zápisu fází jednotlivých cyklů spolu se skutečným oknem z vizualizovaného zařízení.



Obrázek 4.15 Model vysokovakuového kovení



Obrázek 4.16 Zápis fází cyklů navržený a skutečný

Modely navržené v programu InTouch berou reálna data z tabulek vytvořených v Excelu. Obrázek 4.17 znázorňuje data, která jsem vytvořila dle skutečných strojních hodnot uvedených na obrázku 3.1 technologie vstřikování.

Microsoft Excel - Copy of EData

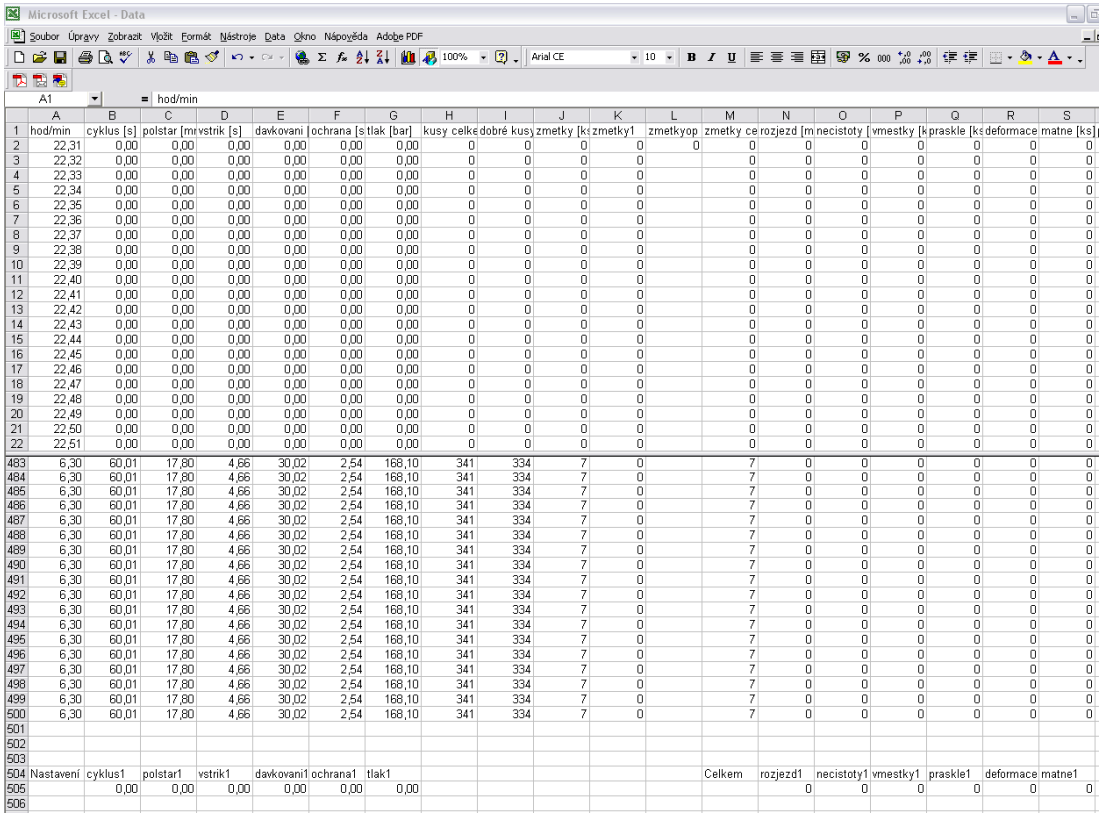
Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda

B368

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	hodiny	cas	polstar	vstrik	davkovani	ochrana	tlak	zdvihy	kusy	zmetky
2	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
3	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
4	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
5	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
6	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
7	0.21	66.20	54.88	3.95	18.22	2.66	146.90	1	0	1
8	0.23	57.08	24.79	4.66	28.62	2.62	170.00	2	0	2
9	0.24	54.34	24.93	4.65	27.88	2.62	166.40	3	0	3
10	0.25	54.42	24.76	4.66	26.40	2.62	169.00	4	0	4
11	0.26	59.36	17.97	4.66	26.24	2.62	168.20	5	1	4
12	0.27	59.36	17.80	4.66	31.44	2.60	167.50	6	2	4
13	0.28	59.36	17.85	4.66	31.40	2.60	167.70	7	3	4
14	0.29	60.08	17.82	4.65	31.12	2.60	168.00	8	4	4
15	0.31	61.22	17.38	4.65	30.88	2.66	166.60	9	5	4
16	0.32	60.18	16.73	4.65	32.18	2.62	161.30	10	6	4
354	6.17	59.99	18.01	4.65	30.05	2.52	167.80	319	312	7
355	6.18	60.83	17.94	4.66	30.10	2.54	168.00	320	313	7
356	6.19	60.05	17.50	4.66	30.10	2.54	167.80	321	314	7
357	6.20	60.01	17.88	4.66	31.40	2.54	168.10	322	315	7
358	6.21	59.99	17.85	4.65	30.06	2.54	168.20	323	316	7
359	6.22	59.99	17.81	4.66	30.50	2.52	168.10	324	317	7
360	6.23	59.97	18.03	4.66	31.40	2.54	168.20	325	318	7
361	6.24	60.01	17.82	4.66	30.88	2.52	167.70	326	319	7
362	6.25	59.99	17.86	4.66	32.74	2.54	168.00	327	320	7
363	6.26	59.97	18.01	4.66	30.06	2.54	167.80	328	321	7
364	6.27	59.97	17.88	4.66	30.06	2.54	168.20	329	322	7
365	6.28	59.99	17.85	4.66	30.10	2.54	168.00	330	323	7
366	6.29	59.97	17.82	4.65	29.92	2.54	167.80	331	324	7
367	6.30	60.01	17.80	4.66	30.02	2.54	168.10	332	325	7
368										

Obrázek 4.17 Vytvořená data pro model lisování plastových dílců dle skutečných hodnot

Tabulku s daty jsem dále musela náležitě upravit, abych docílila simulaci skutečné výroby - obrázek 4.18.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	hod/min	cyklus [s]	polstar [mr	vstrik [s]	davkovani	ochrana [s	tlak [bar]	kusy celke	dobré kusy	zmetky [ks	zmetky1	zmetkyop	zmetky ce	rozjezd [m	necistoty [	vmestky [k	praskle [ks	deformace	matne [ks]
2	22,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	22,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
4	22,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
5	22,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
6	22,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
7	22,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
8	22,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
9	22,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
10	22,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
11	22,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
12	22,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
13	22,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
14	22,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
15	22,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
16	22,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
17	22,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
18	22,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
19	22,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
20	22,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
21	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
22	22,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
483	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
484	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
485	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
486	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
487	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
488	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
489	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
490	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
491	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
492	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
493	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
494	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
495	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
496	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
497	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
498	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
499	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
500	6,30	60,01	17,80	4,66	30,02	2,54	168,10	341	334	7	0		7	0	0	0	0	0	0
501																			
502																			
503																			
504	Nastavení	cyklus1	polstar1	vstrik1	davkovani1	ochrana1	tlak1						Celkem	rozjezd1	necistoty1	vmestky1	praskle1	deformace	matne1
505		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0	0	0	0	0	0
506																			

Obrázek 4.18 Upravená tabulka pro simulaci vstřikování

Také pro technologii vysokovakuového kovení jsem sestavila tabulku s reálnýni daty viz obrázek 4.19. Pro tento model jsem použila skutečné hodnoty výrobních veličin převzaté z archivovaného souboru pořízeného ze stroje.

Microsoft Excel - DataVakuo

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástro

K618

	A	B	C
1	hrubé vakuum	vysoké vakuum - HV	polycold
2	1000	0.0174	-139.0
3	1000	0.0174	-139.0
4	1000	0.0174	-139.0
5	1000	0.0174	-139.0
6	1000	0.0174	-139.0
7	1000	0.0174	-139.0
8	1000	0.0174	-139.0
9	1000	0.0174	-139.0
10	1000	0.0174	-139.0
11	933	0.0174	-139.0
12	891	0.0174	-139.0
13	832	0.0174	-139.0
14	794	0.0174	-139.0
763	1023	0.0170	-6.0
764	1000	0.0170	-12.0
765	1000	0.0170	-15.0
766	1000	0.0170	-22.0
767	1000	0.0170	-38.0
768	1000	0.0170	-44.0

Obrázek 4.19 Vytvořená data pro model vysokovakuového kovení

Také tuto tabulku s daty jsem dále musela náležitě upravit, abych docílila simulaci skutečné výroby - obrázek 4.20.

Microsoft Excel - DataVakuo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	hrubé vakuum	vysoké vakuum - HV	polycold	cerpani	vyboj	odparovani	plasil	zavzdusneni	cascyklu	prostoj	celkcas	
2	0	0.0000	0.0	0.00					0.00			
3	1000	0.0174	0.0	0.02					0.02			
4	1000	0.0174	-139.0	0.04					0.04			
5	1000	0.0174	-139.0	0.06					0.06			
6	1000	0.0174	-139.0	0.08					0.08			
7	1000	0.0174	-139.0	0.10					0.10			
8	1000	0.0174	-139.0	0.12					0.12			
9	1000	0.0174	-139.0	0.14	0.00				0.14			
10	1000	0.0174	-139.0	0.14	0.02				0.16			
11	933	0.0174	-139.0	0.14	0.04				0.18			
12	891	0.0174	-139.0	0.14	0.06				0.20			
13	832	0.0174	-139.0	0.14	0.08				0.22			
14	794	0.0174	-139.0	0.14	0.10				0.24			
15	759	0.0174	-139.0	0.14	0.12				0.26			
16	708	0.0174	-139.0	0.14	0.14				0.28			
17	676	0.0174	-139.0	0.14	0.16				0.30			
18	631	0.0174	-139.0	0.14	0.18				0.32			
763	1023	0.0170	-6.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.44		
764	1000	0.0170	-12.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.46		
765	1000	0.0170	-15.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.48		
766	1000	0.0170	-22.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.50		
767	1000	0.0170	-38.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.52		
768	1000	0.0170	-44.0	0.14	3.30	9.24	6.16	1.14	20.24	4.54	25.18	
769												
770												
771			cyklus	cerpani	vyboj1	odparovani1	plasil1	zavzdusneni1	cascyklu1	prostoj1	celkcas1	
772			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
773												
774									cascyklu3	prostoj3		
775									22.30	6.26		

Obrázek 4.20 Upravená data pro model vysokovakuového kovení

Pro monitorování veličin ve vizualizačním prostředí programu InTouch jsem vytvořila komunikaci mezi modely a reálnými daty sestavenými v Excelu.

Komunikace mezi aplikacemi protokolem DDE

Komunikací rozumíme výměnu nebo sdílení dat mezi procesy či aplikacemi. Tato komunikace je velmi důležitá vzhledem k požadavku sdílení dat mezi aplikacemi vytvořenými různými výrobci působícími na trhu.

Pro komunikaci a sdílení dat se používá tzv. meziprocesová komunikace (IPC - Inter-Process Communication). Jedná se o sadu technik pro výměnu dat mezi dvěma nebo více aplikacemi v jednom nebo více procesech. Tyto procesy mohou běžet na jednom nebo více počítačích propojených počítačovou sítí.

Dynamická výměna dat (DDE - Dynamic Data Exchange) je komunikační protokol vytvořený fy Microsoft, který umožňuje aplikacím vyměňovat (posílat, přijímat) data a instrukce v různých formátech. DDE se často využívá ke shromažďování a distribuci aktuálních dat, například dat z výrobních procesů z průmyslových sítí. Klientské aplikace mohou využívat DDE pro jednorázové přesuny dat nebo pokračující výměny dat, kdy se data posílají, jakmile je nová (aktuální) informace k dispozici. DDE může být využíván pro vysílání řídících instrukcí.

DDE je hojně používán pro sběr a následnou distribuci aktuálních údajů, např. data z technologického zařízení a pro odesílání řídících dat pro PLC. Ke komunikaci se používají DDE servery, zajišťující dynamickou výměnu dat mezi aplikací na počítači a příslušným fyzickým zařízením.

DDE využívá vztahu klient-server mezi dvěma komunikujícími aplikacemi. Serverová aplikace přijímá požadavky z jiných aplikací zajímající se o její data a poskytuje jim je. Klienty jsou nazvány aplikace požadující data. Některé aplikace se mohou chovat jako server i jako klient, například InTouch a Excel nebo také Matlab-Simulink.

Při zahájení komunikace prostřednictvím DDE, musí klientská aplikace identifikovat dva parametry definované serverem

- První parametr je jméno aplikace, s kterou budeme komunikovat (application name), pro InTouch je to View a pro Excel je to excel.
- Druhý parametr je subjekt komunikace (topic name), pro InTouch je to Tagname a pro Excel je to soubor ve kterém jsou uložena data např. Sešit1.xls.

Tyto dva parametry nemohou být v průběhu komunikace měněny. Po obdržení žádosti o komunikaci serverová aplikace tuto žádost potvrdí a založí komunikaci DDE. V průběhu komunikace serverová a klientská aplikace vyměňují data mezi příslušnými položkami (items). Item - odkaz na data, která se týkají komunikace mezi Excelem a InTouchem. Tato položka může být změněna kteroukoliv aplikací. Data z programu Excel jsou posílána druhé aplikaci prostřednictvím specifické funkce (ddepoke). V tabulce 4.1 je uvedeno nastavení vzájemné komunikace.

Tabulka 4.1 Natavení parametrů komunikace

Server	Klient	Application Name	Topic Name	Item Name
Excel	InTouch	Excel	Sešit1.xls	R1C1
InTouch	Excel	View	Tagname	Poloha

Mé nastavení komunikace pro první monitorovanou soustavu je zobrazeno na obrázku 4.21. Nastavení pro druhou monitorovanou soustavu je zobrazeno na obrázku 4.22.

Obrázek 4.21 Nastavení komunikace pro první příklad -vstřikování plastů

Obrázek 4.22 Nastavení komunikace pro druhý příklad - kovení

Dále jsem si nadefinovala jednotlivé proměnné postupně pro obě technologie. V tabulce 4.2 jsou uvedeny použité proměnné pro vykreslování trendů modelu lisování. V tabulce 4.3 jsou uvedeny použité proměnné pro vykreslování trendů modelu kovení.

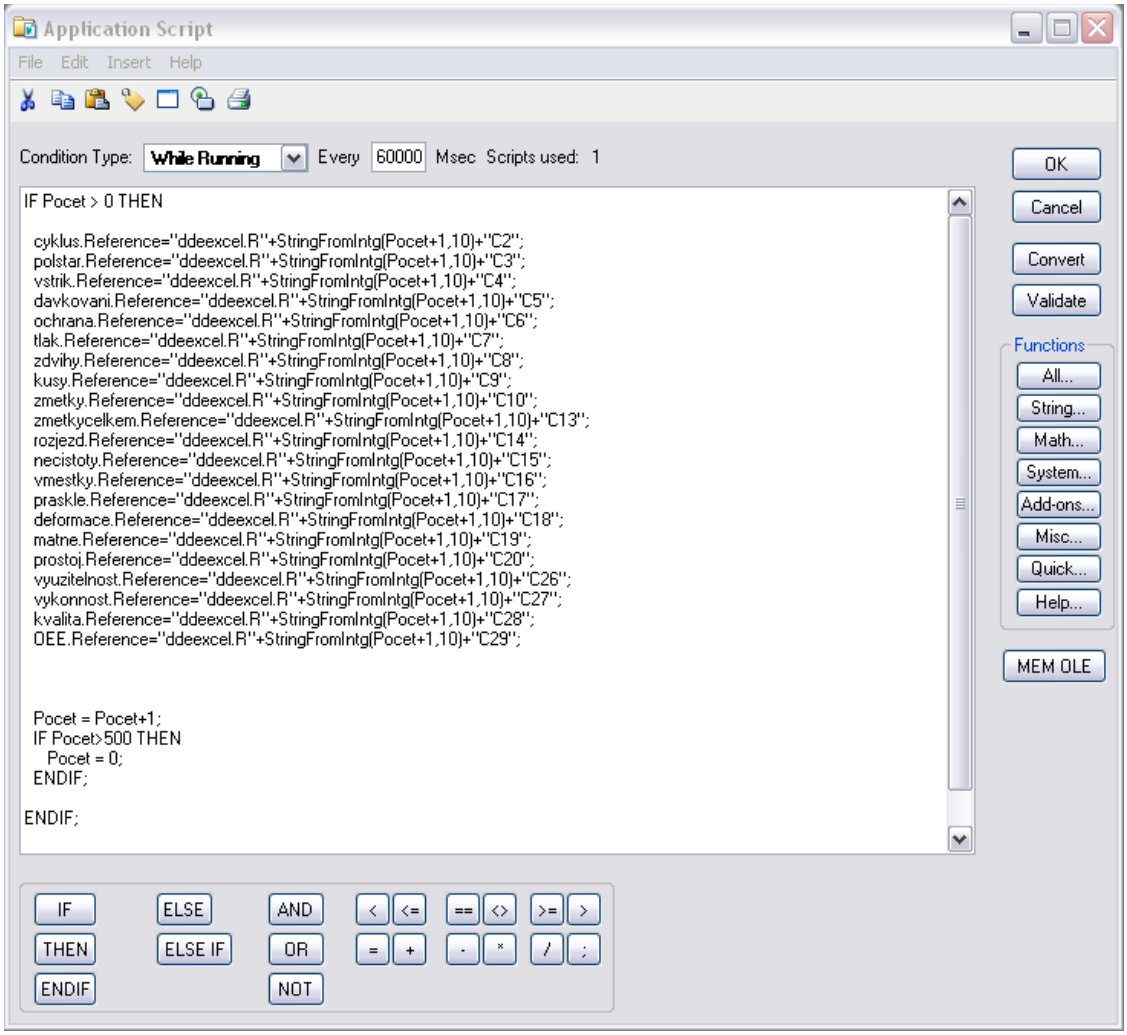
Tabulka 4.2 Proměnné modelu lisování

Název proměnné	**Datový typ**	**Rozsah**	**Limity pro alarm (min/max)**	**Jednotky**	**Popis**
Polstar	I/O Real	0 - 60	16 - 20	[mm]	Délka polštáře
Tlak	I/O Real	0 - 180	160 - 176	[bar]	Tlak hydrauliky při přepnutí na dotlak

Tabulka 4.3 Proměnné modelu kovení

Název proměnné	**Datový typ**	**Rozsah**	**Limity pro alarm (min/max)**	**Jednotky**	**Popis**
CA	I/O Real	0 - 1000	- / -	[mbar]	Tlak v pásmu hrubého vakua
HV	I/O Real	0 - 0.02	- / -	[mbar]	Tlak v pásmu vysokého vakua

Vytvořila jsem aplikační skript pomocí příkazů IF, THEN, ENDIF známých z programovacích jazyků obrázek 4.23. Tento skript mi umožňuje načtení všech dat z Excelu.



Obrázek 4.23 Vytvořený aplikační skript

Stejným způsobem jsem vytvořila níže uvedený aplikační skript pro příklad vysokovakuového pokovování s periodou načítání z Excelu 2000 ms.

```
IF Pocet > 0 THEN

CA.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C1";
HV.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C2";
polycold.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C3";
cerpani.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C4";
vyboj.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C5";
odparovani.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C6";
plasil.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C7";
zavzdusneni.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C8";
cascyklu.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C9";
prostoj.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C10";
celkcas.Reference="ddexcelVakuo.R"+StringFromIntg(Pocet+1,10)+"C11";

  Pocet = Pocet+1;
  IF Pocet>767 THEN
    Pocet = 0;
  ENDIF;

ENDIF;
```

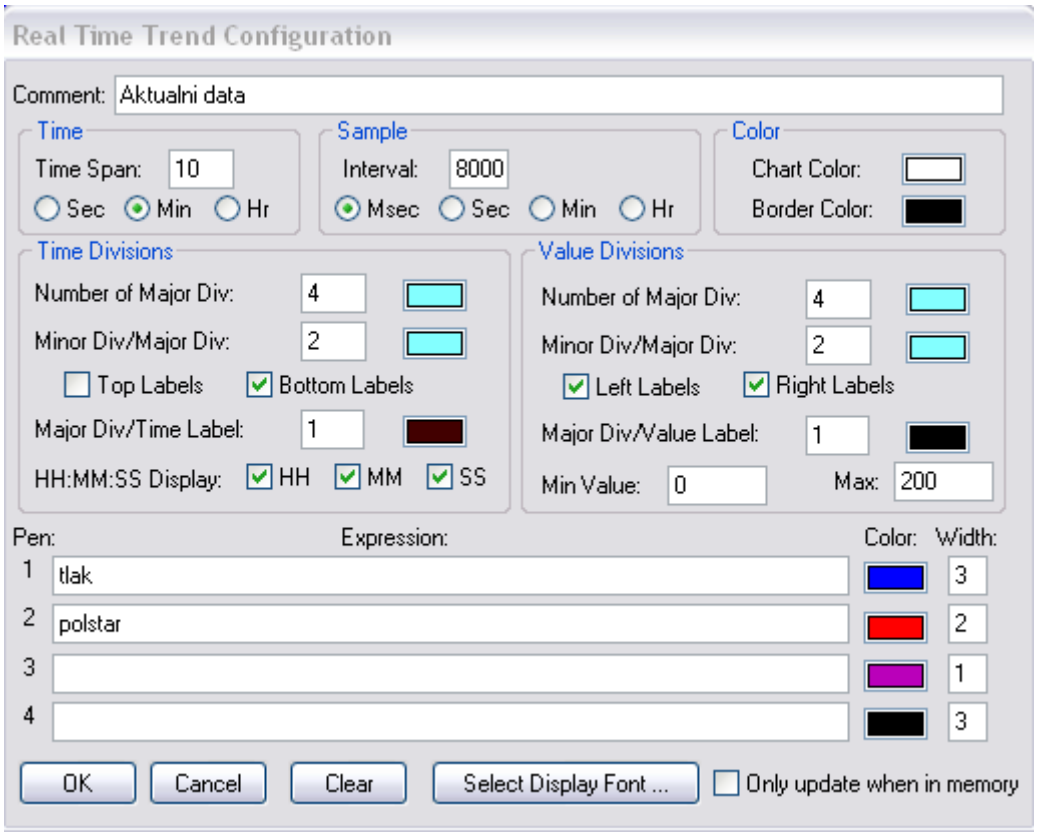
Ke spuštění obou aplikací jsem vytvořila skript na tlačítko:

```
IF Pocet == 0 THEN
  Pocet = 1;
ELSE
  Pocet = 0;
ENDIF;
```

4.2 Konfigurace reálného trendu

Pokud vkládám objekt reálného nebo historického trendu poprvé, systém použije implicitní nastavení konfigurace. Jestliže jsem již provedla konfiguraci reálného případně historického trendu, další vytvořený trend bude implicitně konfigurován se stejnými nastaveními.

Po dvojitém klepnutí na trend (nebo se zvoleným trendem klepnu v nabídce ***Special (Speciální)*** na ***Animation Links (Animační propojení)*** uvidíme dialogové okno ***Real Time Trend Configuration (Konfigurace reálného trendu)*** jako na obrázku 4.24.



Obrázek 4.24 Dialogové okno Real Time Trend Configuration

Toto dialogové okno se dělí na několik polí, které potřebuji nastavit pro úspěšnou konfiguraci zobrazení. Tyto pole jsou:

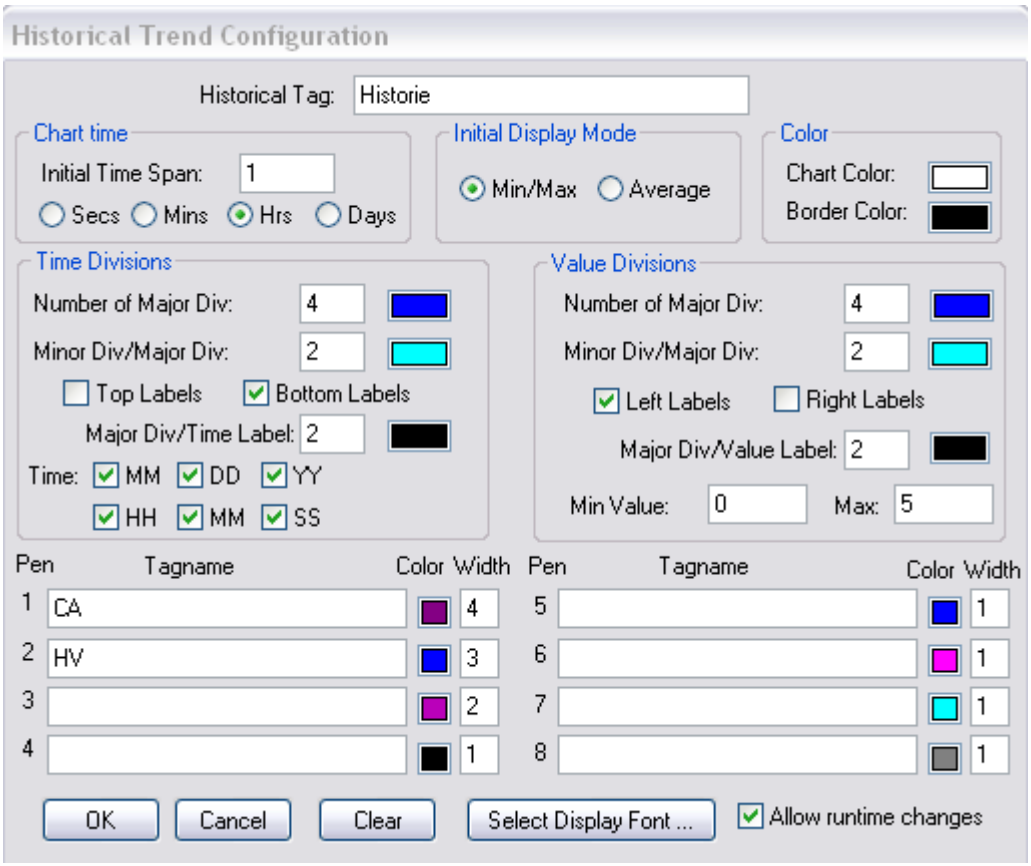
- ***Comment (Komentář)*** - vlastní komentář k trendu.
- ***Time Span (Časové rozpětí)*** - délka vodorovné časové osy (osa x) trendu a jednotky času časové osy, vztahuje se vždy k aktuálnímu času.

- ***Sample Interval (Vzorkovací interval)*** - frekvence, s kterou se bude výraz v trendu vyhodnocovat a graf aktualizovat a jednotky času, ke které se číslo bude vztahovat.
- ***Color (Barva).***
  - Pole ***Chart Color (Barva grafu)*** – barva pro pozadí pro otevření pozadí trendu.
  - Pole ***Border Color (Barva rámečků)*** – barva pro rámeček trendu.
- ***Time Divisions (Časová dělení)***.
  - Pole ***Number of Major Div (Počet hlavních dělení)*** - požadovaný počet hlavních časových dělení a jejich barvy.
  - Pole ***Minor Div/Major Div (Vedlejší dělení/hlavní dělení)*** - požadovaný počet vedlejších časových dělení a jejich barvy.
  - ***Top Labels (Horní popisy)*** - zobrazení časových popisků v horní části trendu.
  - ***Bottom Labels (Dolní popisy)*** - zobrazení časových popisků v dolní části trendu.
  - Pole ***Major Div/Time Label (Hlavní dělení/Časový popis)*** - počet časových popisků pro každou hlavní dělicí čáru a její barva.
- ***Value Divisions (Dělení hodnot)*** se konfigurují stejným způsobem jako nastavení ve skupině ***Time Divisions (Časové dělení)***.
  - Vedlejší a hlavní dělení hodnot je určeno pro svislý rozsah hodnot (osu y) trendu

    a rozsah používá inženýrské jednotky a je stejný pro všechny proměnné se zobrazeným trendem.
- ***Expression (Výraz)*** - jméno proměnné nebo výraz, který se má vykreslovat jako pero reálného trendu,
  - Pole ***Color (Barva)*** - nastavení barvy pera.
  - Pole ***Width (Šířka)*** - počet pixelů, jak široké má být každé pero.
- ***Select Display Font (Zvolit písmo objektu)*** - přístup k dialogovému oknu ***Font (Písmo)*** pro zvolení typu, stylu a velikosti písma, které chcete použít při tisku trendu.
- ***Only update when in memory (Aktualizovat jen když je v paměti)*** - aktualizace jen tehdy, když je zobrazen v aktivním (otevřeném) okně.
  - Při nezvolení této možnosti, se trend aktualizuje vždy, i v případě, že není v otevřeném okně.
- Konfiguraci dokončím klepnutím na OK.

4.3 Konfigurace historického trendu

Tak jako u reálného trendu zvolím také pro historický trend dvojité klepnutí na trend nebo se zvoleným trendem klepnu v nabídce ***Special (Speciální)*** na ***Animation Links (Animační propojení)*** se objeví dialogové okno ***Historical Trend Configuration (Konfigurace historického trendu)*** jako na obrázku 4.25.



Obrázek 4.25 Dialogové okno Historical Trend Configuration

Také toto dialogové okno se dělí na několik polí pro konfiguraci zobrazení a je podobné dialogovému oknu reálného trendu:

- ***Historical Tag (Historická proměnná)*** - proměnná, kterou chci pro práci s trendem použít.
  - Pokud zapsaná proměnná není aktuálně definována v Databázi proměnných, program mě vyzve k její definici.
  - Proměnnou musím definovat jako typ ***Hist Trend (Historický trend)***.
  - Pro každý historický trend musím použít odlišnou proměnnou.

- ***Initial Time Span (Počáteční časové rozpětí)*** je stejné jako u reálného trendu ***Time Span (Časové rozpětí)*** - délka vodorovné časové osy (osa x) trendu a jednotky času časové osy, zde můžu navíc použít jednotku dny.
- ***Initial Display Mode (Režim počátečního zobrazení)***,
  - ***Min/Max*** - každý pixel na grafu zobrazí rozsah od minima do maxima bodu bsažený v čase reprezentovaném tímto pixelem.
  - ***Average (Průměr)*** - zobrazí průměrnou hodnotu pro každý pixel.
- ***Color (Barva)*** - stejné nastavení jako u reálného trendu,
  - Prázdná oblast na pravé straně znamená, že během uvedené doby nebyla uložena žádná data, protože buď nebyl spuštěn program WindowViewer, nebo byl vypnut záznam historických dat.
- ***Time Divisions (Časová dělení)*** - stejné nastavení jako u reálného trendu.
- ***Value Divisions (Dělení hodnot)*** - stejné nastavení jako u reálného trendu.
  - Pokud chci zobrazit desetinné tečky pro vedlejší a hlavní dělení hodnot při běhu programu, musím hodnoty nastavit ve formátu např. 0.00 až 100.00.
- ***Tagname (Proměnná)*** - jméno proměnné nebo výraz, který se má vykreslovat jako pero historického trendu.
  - Pole ***Color (Barva)*** - nastavení barvy pera.
  - Pole ***Width (Šířka)*** - počet pixelů, jak široké má být každé pero.
- ***Select Display Font (Zvolit písmo objektu)*** - přístup k dialogovému oknu ***Font (Písmo)*** pro zvolení typu, stylu a velikosti písma, které chcete použít při tisku trendu.
- ***Allow runtime changes (Povolit změnu při běhu programu)*** – povolení provádět změny konfigurace trendu při běhu programu.
- Konfiguraci dokončím klepnutím na OK.

Na takto nakonfigurovaných objektech pro vizualizace průběhů monitorovaných veličin vidíme vykreslené průběhy sledovaných veličin v jejich definovaném rozsahu. U reálného trendu můžeme zvolit sledování v kratších intervalech, protože se data aktualizují nepřetržitě. U historického trendu je lépe použít zobrazení dnů, hodin, minut i sekund, a to z důvodu zobrazení dat pro určité dny či hodiny zpětně.

5 Optimalizace výroby

V současné době všechny podniky hledají možnosti, jak zefektivnit výrobu. Aby bylo možné dosáhnout optimálního využití strojů, materiálů, lidí, ale také dalších zdrojů jako jsou např. energie, musíme hledat a najít příčiny vzniku ztrát ve výrobě. Nevhodně stanovené parametry procesu jsou jasným důkazem, že je něco v nepořádku a je důležité zaměřit se na správnou volbu nástrojů pro optimalizaci výroby.

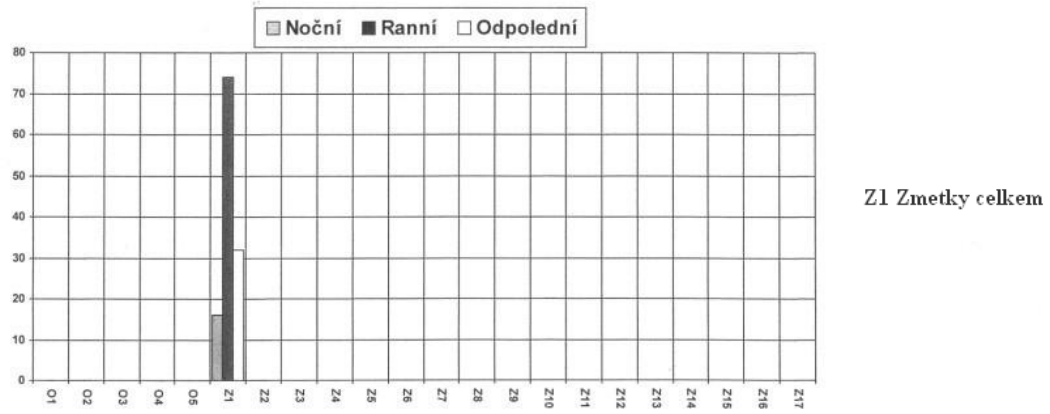
K odhalení těchto příčin je nutné získávat správné, úplné a aktuální informace o průběhu výroby, ze kterých se analyzuje celková efektivita výrobního zařízení označovaná zkratkou **OEE** (Overall Equipment Effectiveness). Na obrázku 5.1 je zobrazena celková efektivita stroje za jeden den s důrazem na kvalitu výroby a vykresleným grafem zmetkovitosti.

Graf zmetků - denně

Datum	9.3.2011	Středisko		Název	LIS E17 - LENS	Typ	DUO 3550H/1500	Inv. číslo	

Počet kusů oprav a zmetků

Směna	O1	O2	O3	O4	O5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Využitel.	Výkonost	Kvalita	OEE
Noční	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	96,66%	98,33%	95,05%
Ranní	0	0	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	92,63%	91,96%	85,18%
Odpolední	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	96,66%	96,67%	93,44%
Suma	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	95,32%	95,70%	91,22%



Obrázek 5.1 OEE s důrazem na kvalitu výroby

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2011]

Celková efektivita výrobního zařízení označovaná zkratkou **OEE** (Overall Equipment Effectiveness) je všeobecně uznávaný ukazatel a metodika měření pro porovnávání účinnosti zařízení, výrobních linek nebo celých výrobních závodů [PANTEK 2009].

5.1 Software pro optimalizaci

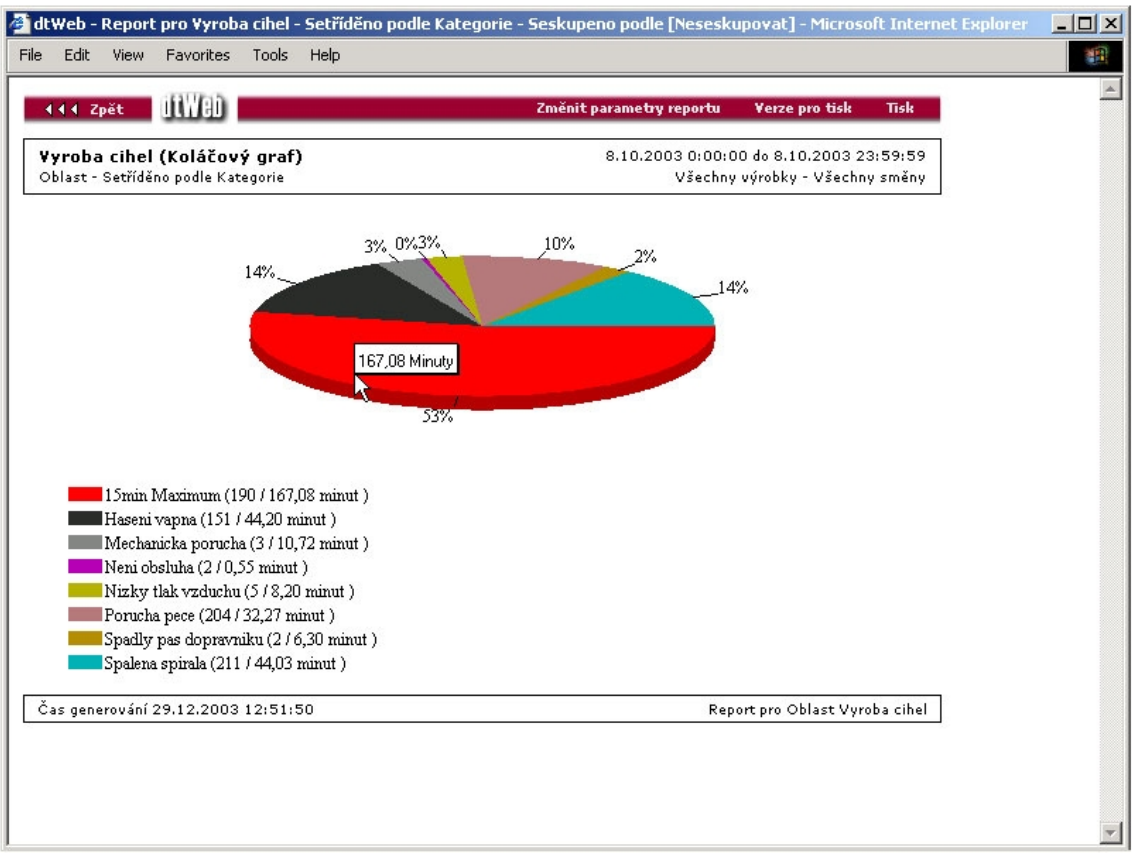
Na trhu působí mnoho firem, které nabízí výkonné softwarové nástroje pro optimalizaci výroby. Jsou to nástroje pro automatický sběr a vyhodnocování informací, které odhalují slabá místa ve výrobě. Také umožňují využít tzv. „skrytou kapacitu“ výroby a to:

- Redukcí prostojů.
- Redukcí ztrátových časů.
- Zefektivněním údržby výrobních zařízení.
- Zlepšením materiálových toků.

Jedním z takových softwarových nástrojů je **DT Analyst** od firmyWondervare.

DT Analyst

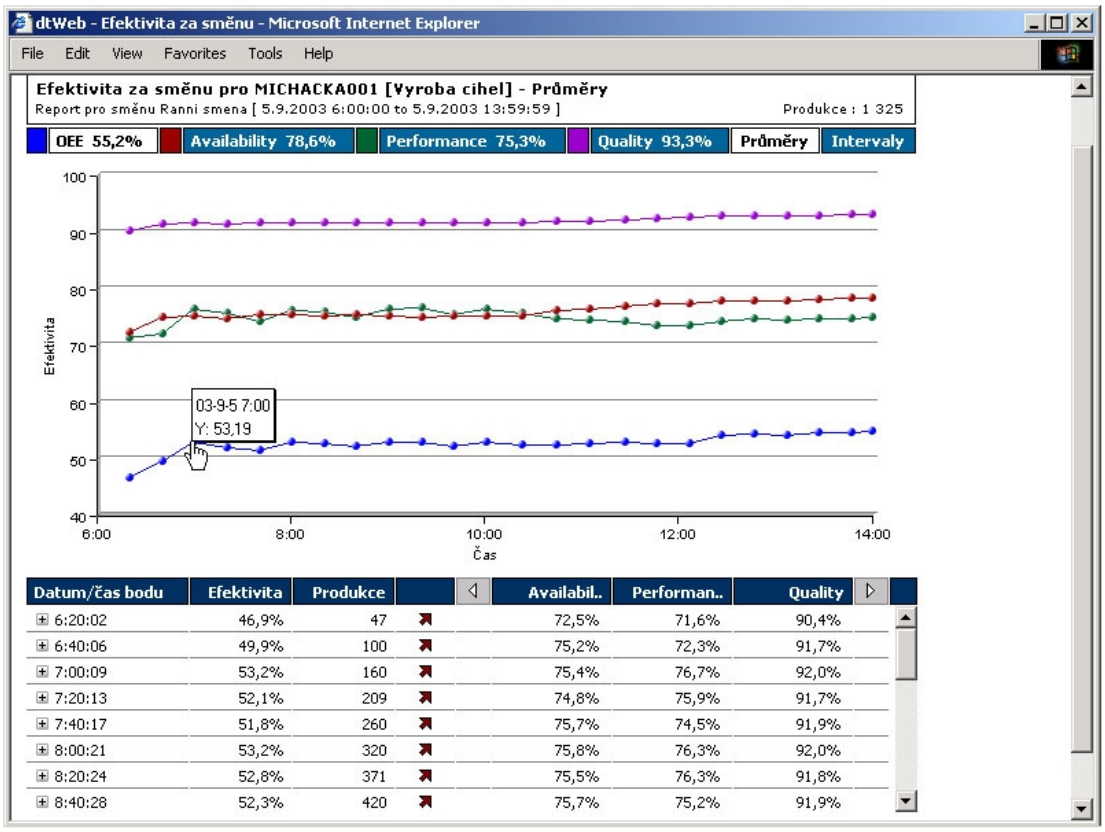
- Snadné začlení do stávající infrastruktury podniku bez ohledu na použití softwarových systémů jiných firem.
- Použitelný např. v potravinářském, chemickém, elektrotechnickém a strojírenském průmyslu, při výrobě stavebních hmot atd.
- Detailně sleduje prostoje ve výrobě a jejich příčiny (obrázek 5.2) - zaznamenávání i velmi krátkých prostojů (sekundy / desítky sekund).



Obrázek 5.2 Analýza prostojů

pramen [PANTEK 2011]

- Analyzuje kvalitu a výkonnost výrobních procesů.
- Dodá uživatelům informace, umožňující cílenou optimalizaci výroby a zvýšení její efektivnosti.
- Zaznamená počty kvalitních a nekvalitních výrobků vyrobených na sledovaných výrobních zařízeních.
- Pomůže zjistit skrytou kapacitu výroby pro lepší využití stávajících výrobních zařízení, měřit efektivitu zařízení (obrázek 5.3), upřesnit intervaly údržby i zdůvodnit potřebu nákupu nových strojů.



Obrázek 5.3 Sledování a analýza OEE a jeho složek

pramen [PANTEK 2011]

5.2 Štíhlá výroba

V dnešní době stále více firem (nejen v automobilovém průmyslu) využívá ke svému hospodaření metodu štíhlé výroby, při které se uplatňuje celá řada metod a nástrojů vedoucí k firemní prosperitě.

Změna prostředí

- ***Samostatné výrobní týmy (business týmy)*** - rozčlenění výrobního závodu na business týmy, které řídí svůj úsek výroby. Tento úsek je dále rozdělen do x počtu samostatných pracovních týmů. Toto rozdělení vede k rychlejší a přesnější organizaci práce, k jejímu rychlejšímu a přesnějšímu měření a hodnocení.

- ***Výrobní software*** - využití dostupného software, který umožňuje pracovat s výstupy z výroby, umožňuje její plánování a řízení.
- ***Týmové odměňování*** - je nejdůležitější část celého systému štíhlé výroby. Pracovníci ve výrobě jsou odměňováni dle produktivity svého pracovního týmu tzv. týmovou prémií, která roste či klesá podle toho, jak tým snižuje své režijní (neproduktivní) časy.
- ***Normy*** - přesné normy, které odpovídají situaci na daném výrobním zařízení, jsou podmínkou pro spravedlivé odměňování každého týmu.
- ***Výběr a trénink lidí*** - kvalitní výběr a permanentní trénink lidí na všechny pozice založených týmů je nutný pro dobré fungování metody štíhlé výroby, bez kterého by tento systém nebylo možné zavést a už vůbec ne udržet.

Metody pro výrobní týmy

- ***Kaizen*** - systém drobných zlepšení výrobního procesu, který vede ke zvýšení jeho produktivity. Na tomto zlepšování se podílejí všichni zaměstnanci.
- ***Tok jednoho kusu*** - metoda, při které se využívá posloupnost jednotlivých operací při vytváření pracoviště.
- ***Kanban*** - metoda, která nutí k samostatnosti v plánování (vyrábí se pouze to, co je potřeba s ohledem na potřeby interních a externích zákazníků). Zásoby se regulují pomocí kanbanových karet (karty, které obsahují veškeré informace potřebné pro řízení toku zásob konkrétního produktu či materiálu).
- ***Rychlá výměna nástrojů*** - princip zkracování doby potřebné pro provedení výměny.
- ***TPM*** (totálně produktivní údržba) - eliminace ztrát vznikající díky špatnému stavu strojního zařízení (neproduktivně prováděná údržba). Zde se nachází značný potenciál ke zvyšování produktivity každého podniku.
- ***5 S*** - 5 principů péče o pracoviště a týmové teritorium (kroky, které napomáhají odstraňovat nedostatky v čistotě a pořádku). Jsou to:
    - ***Úklid*** (SEIRI) - odstranit z pracoviště všechny nepotřebné předměty, materiál a vše, co zabraňuje pohybu.

- ***Pořádek*** (SEITON) - zajistit místo pro všechno a to, že vše bude na svém místě (potřebné položky vizuálně uspořádat).
- ***Čištění*** (SEISO) - Zajistit, aby všechna pracoviště byla čistá a uklizená.
- ***Standardizace*** (SEIKETSU) - standardizovat nové poměry na pracovišti, vytvořit a udržovat funkční, přehledný a srozumitelný systém např. barevným značením jednotlivých položek jako na obrázku 5.4 (modrá barva vymezuje prostor pro zařízení, které lze přesunout, černá označuje pěvně instalované zařízení atd.).
- ***Disciplína*** (SHITSUKE) - Školením a tréninkem napomáhat k dodržování standardů a vytváření správných návyků.

Obrázek 5.4 Barevná standardizace pracoviště

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2011]

- ***Vizuální management*** (vizuální řízení) - zrakové vnímání je pro člověka nejmocnějším zdrojem informací, a proto vše, co je pro nás důležité, co nás živí, musíme zviditelnit!

Vizuální řízení:

- Podporuje týmovou práci, projektové řízení, kontrolu, předávání a sdílení informací bez zbytečných časových ztrát.
- Vždy poskytuje aktuální informace využíváním různých prostředků (informační tabule, obrázková dokumentace, barvené označení abnormalit atd.).
- Zobrazuje trendy.
- Vyžaduje od pracovníků aktivní přístup a dělá je zodpovědnými za své výsledky (každý zaměstnanec tak může rychle a snadno rozpoznat stav procesu, standardy a případné odchylky a má možnost efektivního rozhodování).

Na obrázku 5.5 je znázorněna informační tabule aktuálního stavu výroby.

Obrázek 5.5 Foto - informační tabule aktuálního stavu výroby

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2011]

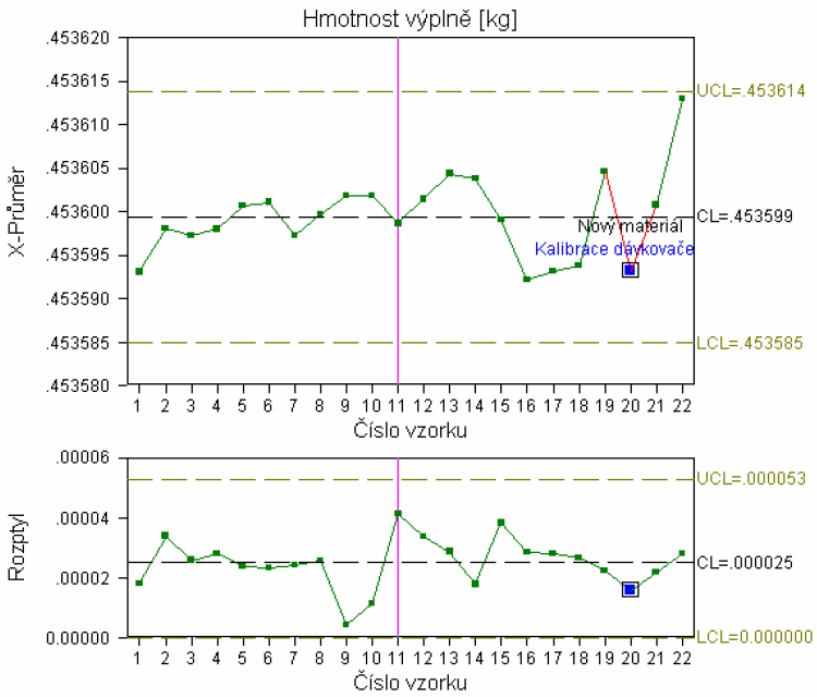
- ***Audit týmové práce*** - pomocí tohoto auditu můžeme snadno a rychle zjistit silné a slabé stránky konkrétního týmu. Oblasti, ve kterých je tým hodnocen:
  - Plnění cílů.
  - Produktivita týmu.
  - Vědomostní úroveň týmu.
  - Metody a nástroje využívané týmem.
  - Kreativita týmu.
  - Vedení týmu.
  - Pravomoci a kompetence týmu.
  - Vizualizace na úrovni týmu.
  - Způsob řešení problému a komunikace v týmu.

5.3 Statistické řízení procesů (SPC)

SPC (Statistical Process Control) je statistická metoda využívaná ve výrobních organizacích při řešení problémů souvisejících s kvalitou (prevence a předcházení výrobě neshodných výrobků, uvedením procesu výroby do stabilního stavu a jeho udržováním v tomto stavu). Tato metoda je založena na matematickém zpracování dat z kontrolního pracoviště a výsledky jsou použity pro preventivní nebo nápravná opatření.

<u>Tři základní nástroje na zvyšování kvality</u>

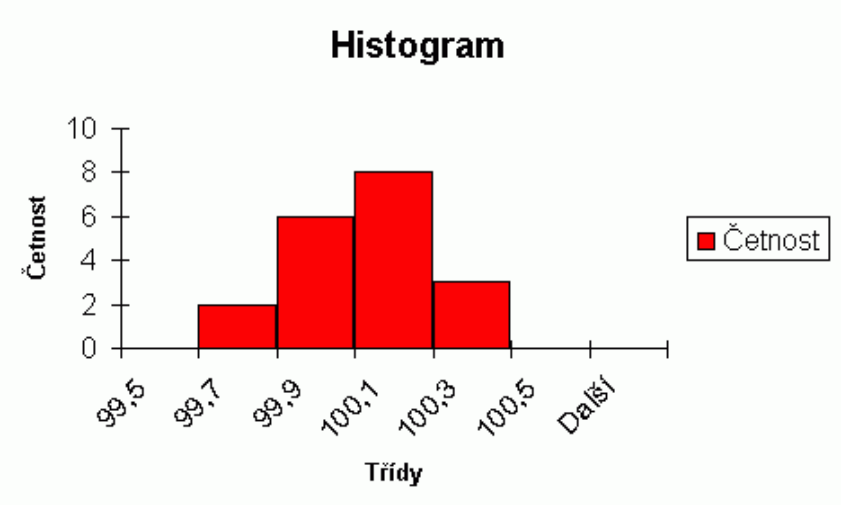
- ***Regulační diagram*** - vymyslel americký fyzik, inženýr a statistik Walter Andrew Shewhart v roce 1920. Jedná se o graf, který se používá ke znázornění změn procesu v průběhu času. Tento diagram má vždy označenu střední hodnotu (CL - Central Line) a tzv. akční meze (horní UCL - Upper Control Line a dolní LCL - Lower Control Line regulační mez). Tyto meze, se stanoví buď z historických dat, nebo jsou určeny předpisem. Z časového průběhu diagramu je možné udělat závěr, zda je chování procesu či metriky regulované (obrázek 5.6), nebo zda je nepředvídatelné.



Obrázek 5.6 Regulační diagram v programu IQ Analyst

pramen [JARKA 2011]

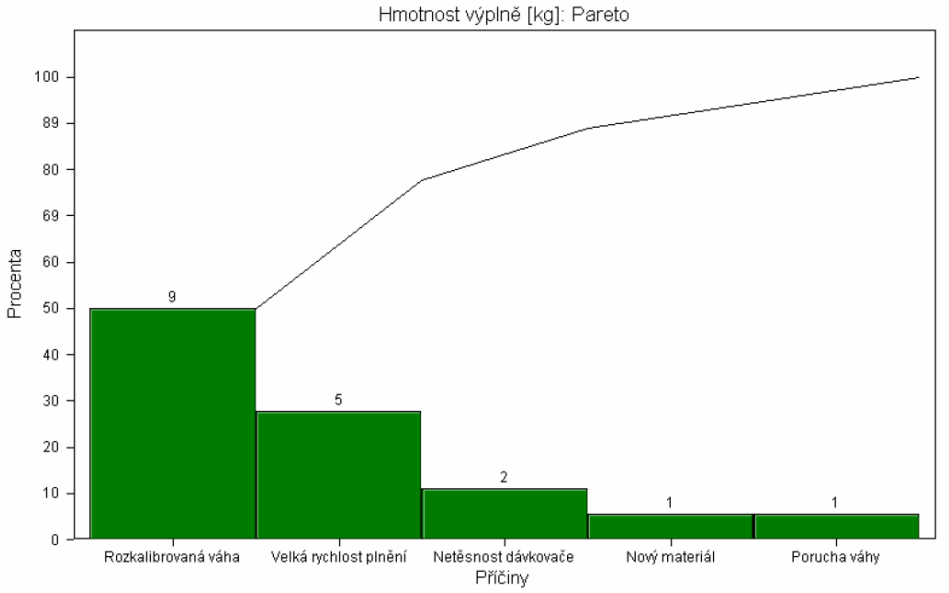
- ***Histogram*** - grafické znázornění intervalového rozdělení četností pomocí sloupcového grafu (obrázek 5.7), který poskytuje velmi rychlou informaci o tvaru a rozdělení statistického souboru. Jednotlivé sloupce mají stejnou šířku, odpovídající vypočtenému intervalu. Výška sloupců vyjadřuje četnost sledované veličiny v daném intervalu.



Obrázek 5.7 Histogram

pramen [IKVALITA.CZ 2011]

- ***Paretův diagram*** - pojmenovaný podle italského ekonoma Vilfreda Pareta se používá ke znázornění důležitosti jednotlivých kategorií (obrázek 5.8) Je kombinací sloupcového a čárového grafu. Sloupce znázorňují četnost pro jednotlivé kategorie a jsou seřazeny podle velikosti a linie představuje kumulativní četnost v procentech.



Obrázek 5.8 Paretův diagram

pramen [JARKA 2011]

5.4 OEE

Dostupnost, výkonnost výrobních zařízení a kvalita výroby na těchto zařízeních jsou faktory, které ovlivňují využívání strojů a zařízení. Součin těchto tří faktorů umožňuje jednoznačné a porovnatelné hodnocení, jak jsou jednotlivá výrobní zařízení využívána. Abychom mohli tvrdit, že stroje a zařízení běží účinně a efektivně je potřeba, aby výsledné údaje byly **větší než 80 %** [VALUE INOVATION 2010].

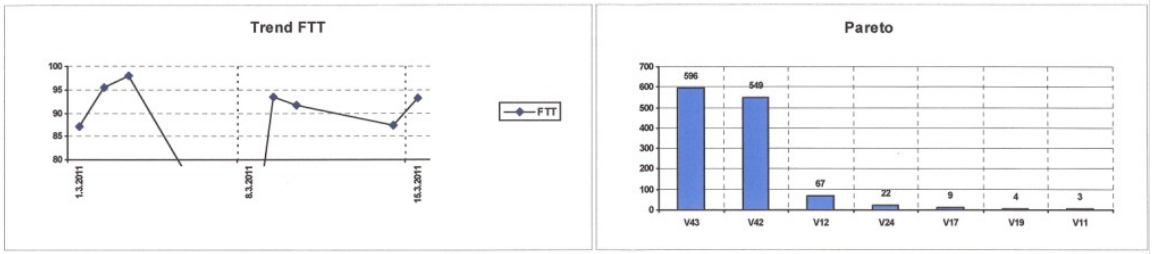
Využitelnost – využití stroje včetně různých plánovaných (přestávky, prevence, …) i neplánovaných (opravy, seřízení, …) prostojů (čas, kdy je na strojním zařízeni plánována výroba).

Výkonnost - pomalejší chod stroje z různých důvodů (nedostatečné chlazení, nižší kvalita materiálu, …), případně kolísavost cyklu.

Kvalita vyprodukovaných výrobků - nekvalitní výrobek = ztracený čas. Počítá se tzv. FTT (First Time Through) - procento dobrých výrobků, které projdou výrobou hned napoprvé (zmetky + zkoušky + opravy + vrácené kusy). Na obrázku 5.9 je FTT operace vstřikování s vykresleným trendem a četností druhu vyskytnutých závad.

NazevOperace: VSTRIKOVANI FORMA: 2

First Time Through



Datum/Date	1.3./R	1.3./O	2.3./N	2.3./R	2.3./O	3.3./N	3.3./R	3.3./O	8.3./R	8.3./O	9.3./N	9.3./R	9.3./O	10.3./N	10.3./R	14.3./N	14.3./R	14.3./O	15.3./N	15.3./R	Total
Počet vyrobených kusů / number of produced parts	708	840	923	936	840	900	960	930	120	452	960	920	960	958	960	910	910	901	960	910	16958
Zmetky (včetně dorovnání) / scraps	142	58	47	37	40	28	12	18	117	147	16	74	32	43	78	92	59	80	50	80	1250
% zmetků včetně dorovnání / % scraps including side ballancing	20,06	6,90	5,09	3,95	4,76	3,11	1,25	1,94	97,50	32,52	1,67	8,04	3,33	4,49	8,13	10,11	6,48	8,88	5,21	8,79	7,37
Znova opr. na lince/repaired-back on line	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Znova zkoušené/retried	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opr. mimo linku/repaired outside of line	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrácené/returned	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet dobrých kusů / number of good parts	566	782	876	899	800	872	948	912	3	305	944	846	928	915	882	818	851	821	910	830	15708
Počet odevedených kusů / number of expedited parts	566	782	876	899	800	872	948	912	3	305	944	846	928	915	882	818	851	821	910	830	15708
FTT (%)	79,94	93,10	94,91	96,05	95,24	96,89	98,75	98,06	2,50	67,48	98,33	91,96	96,67	95,51	91,88	89,89	93,52	91,12	94,79	91,21	92,63

Druh vady **Paynter (Počet kusů v průběhu času)**

V11	PRASKLE	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
V12	NECISTOTY	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	0	3	4	3	28	4	4	5	0	7	67
V17	POSKRABANE	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
V19	PROPADLINY	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
V24	STRIBRENI	0	0	0	0	3	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	22
V42	ROZJEZD STROJE	115	36	4	10	6	11	0	0	117	134	0	16	0	0	0	56	6	23	0	15	549
V43	VMESTKY	27	22	28	26	29	15	10	15	0	3	16	55	28	40	50	23	49	52	50	58	596
	Celkem/Suma	**142**	**58**	**47**	**37**	**40**	**28**	**12**	**18**	**117**	**147**	**16**	**74**	**32**	**43**	**78**	**92**	**59**	**80**	**50**	**80**	**125 0**

Obrázek 5.9 FTT operace vstřikování

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2011]

Na obrázku 5.10 jasně vidíme, kolik času nám ubírají ztráty z celkové výrobní kapacity strojního zařízení.

Obrázek 5.10 Faktory rozhodující o celkové efektivitě zařízení

pramen [VALUE INOVATION 2010]

Výpočet OEE [VALUE INOVATION. 2010]:

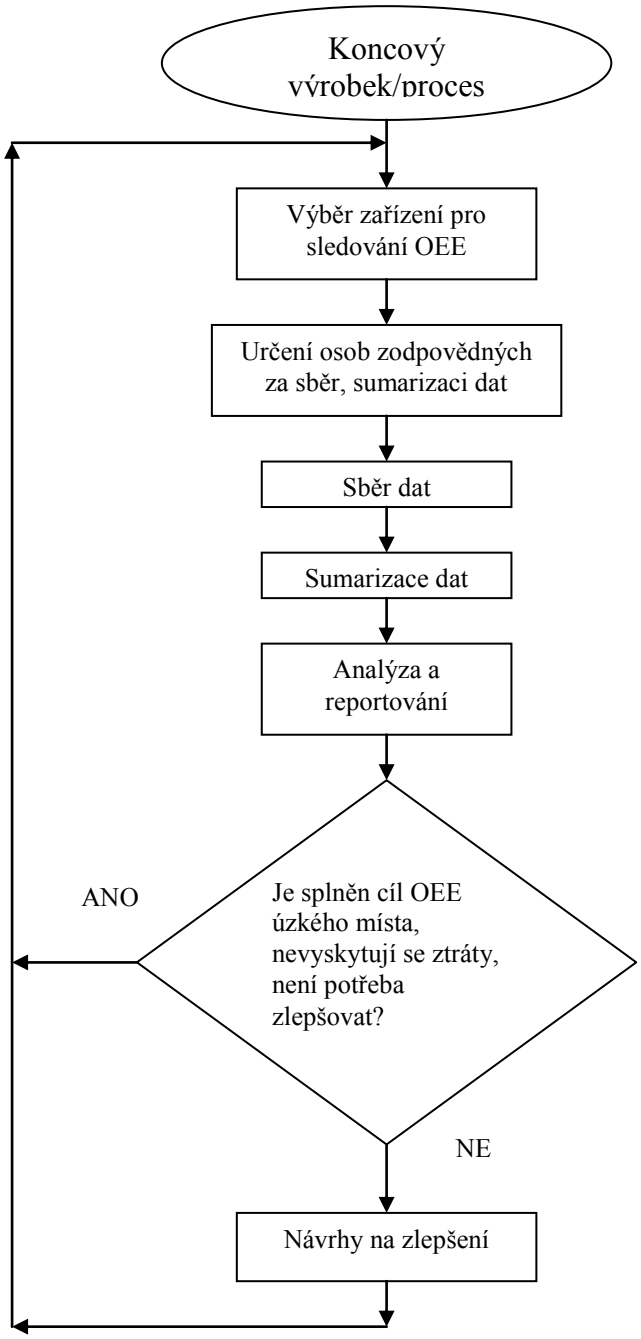
OEE = využitelnost x výkonnost x kvalita x 100 [%] (1)

- Využitelnost = (CPPČ - Plán. prostoje - Prostoje)/(CPPČ - Plán. prostoje). (2)
- Výkonnost = (Skutečný počet všech vyrobených kusů x Tp)/(CPPČ - Plán. Prostoje).

  (3)
- Kvalita = (Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů)/(Skutečný počet všech vyrobených kusů). (4)

Tp = optimální čas na výrobu 1ks (tj. reálný čas, za jaký je možné vyrobit 1 ks).

Na obrázku 5.11 vidíme proces určování OEE.



Obrázek 5.11 Určování OEE

pramen [VISTEON - AUTOPAL 2009]

Toto určování zahrnuje [VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2009]:

- Výběr zařízení pro sledování OEE potřebných pro stanovení úzkého místa, identifikaci druhu ztrát, ověření parametrů v záručním provozu, sledování ztrátových časů.
- Určení osob zodpovědných za sběr, sumarizaci dat.
- Sběr dat manuálně nebo automaticky, na každé směně pro celkový naplánovaný čas, doby trvání a kategorie smluvních a všech ostatních prostojů, ideální dobu cyklu, celkový počet zpracovaných a špatných kusů.
- Sumarizace dat - výpočet OEE týdně, měsíčně (doporučeno i denně) pro zařízení nebo koncový výrobek nejlépe s využitím aplikací pro výpočet OEE.
- Analýza a reportování - analýza úzkého místa procesu, analýza hlavních příčin výskytu ztrát, předložení požadovaných analýz vedení, výpočet OEE analýzy.
- Je splněn cíl OEE úzkého místa, nevyskytují se ztráty, není potřeba zlepšovat?
- Návrhy na zlepšení - navržení nápravných opatření pro zamezení opakovaného výskytu ztrát pomocí následujících metod.
    - Analýza problémů a nápravná opatření - 8D.
    - Drobná zlepšení - KAIZEN.
    - Organizace pracovního místa & metoda "5S".

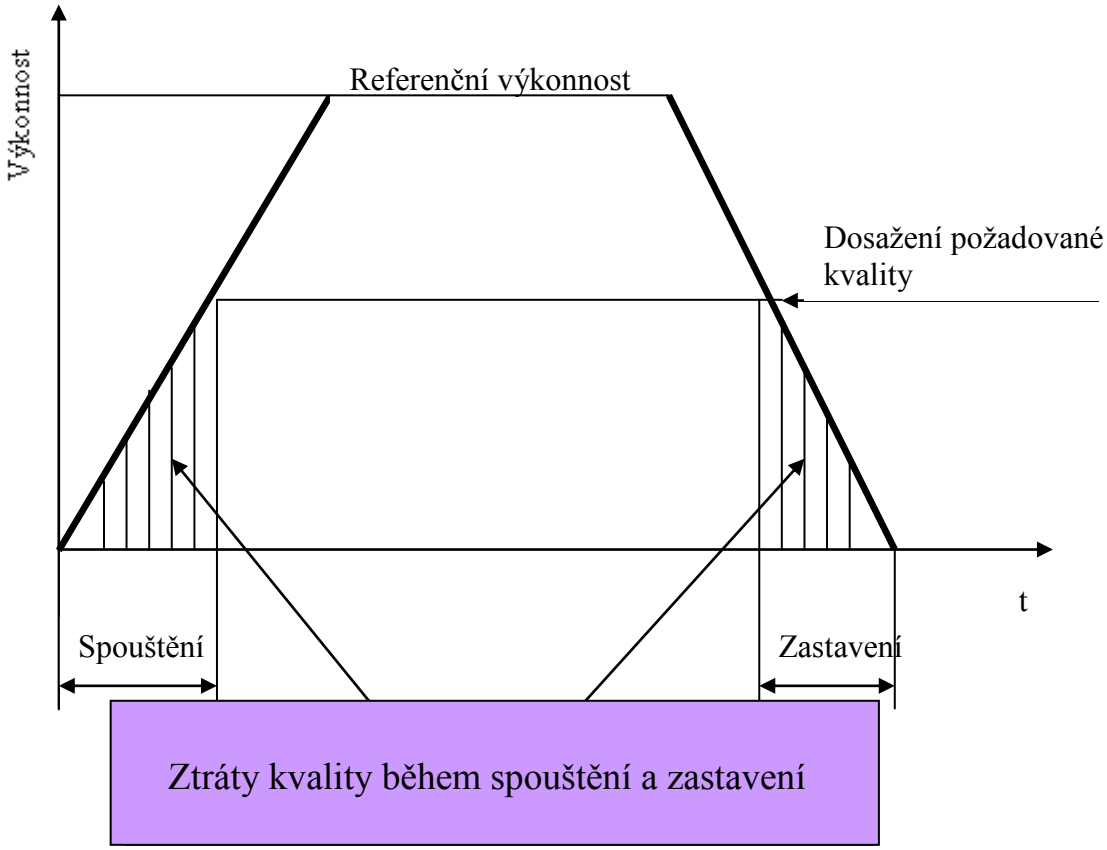
5.4.1 Kvalita výroby

Kvalita výroby by měla být na prvním místě. Je však samozřejmé, pokud se stroj zastaví ať už vlivem poruchy nebo rozjezdu, případně změny výroby, že se proces nikdy neobejde bez nekvalitních výrobků (zmetků). Další skupinou jsou nekvalitní výrobky, které lze opravit a vyexpedovat jako použitelné nebo v nižší jakostní třídě za sníženou cenu.

Nejběžnější důvody pro ztráty kvality způsobené poruchou stroje a procesem [OEE 2005]:

- Snížená výrobní kvalita vinou spouštění nebo zastavení procesu související se zákrokem údržby.
- Kolísaní cyklu.
- Chybné seřízení.
- Přechod na jiný výrobek (výměna nástrojů).
- Chybné nastavení parametrů procesu.

Ztráty kvality způsobené spouštěním a zastavením viz obrázek 5.12.



Obrázek 5.12 Znázornění ztrát kvality způsobené spouštěním a zastavením

Výpočet kvality na příkladu

Kvalita se vypočítá:

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů}}{\text{Skutečný počet všech vyrobených kusů}} * 100\ [\%] \qquad (5)$$

Jako příklad použiji lisování plastových pouzder pro zadní skupinovou svítilnu.

V tabulce 5.1 jsou uvedeny použité proměnné.

Tabulka 5.1 Použité proměnné

Název monitorované veličiny	**Rozsah**	**Limity pro alarm (min /max)**	**Jednotky**	**Popis**
Zdvihy	0 - 1000	-	[ks]	Skutečný počet všech vyrobených kusů (K_z)
Kusy	0 - 1000	-	[ks]	Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů (K_d)
Zmetky	0 - 1000	- / 10	[ks]	Skutečný počet zmetků (Z)

Výpočet kvality pro bezchybný chod stroje

Níže jsou uvedeny počty vyrobených kusů potřebných pro výpočet kvality při bezporuchovém chodu stroje.

Použité značení:

- Kd - Skutečný počet vyrobených dobrých kusů
- Kz - Skutečný počet všech vyrobených kusů
- P - Prostoje
- Pl - Plánované prostoje
- Q - Kvalita
- Tp - Optimální čas na výrobu 1ks
- Z - Skutečný počet zmetků

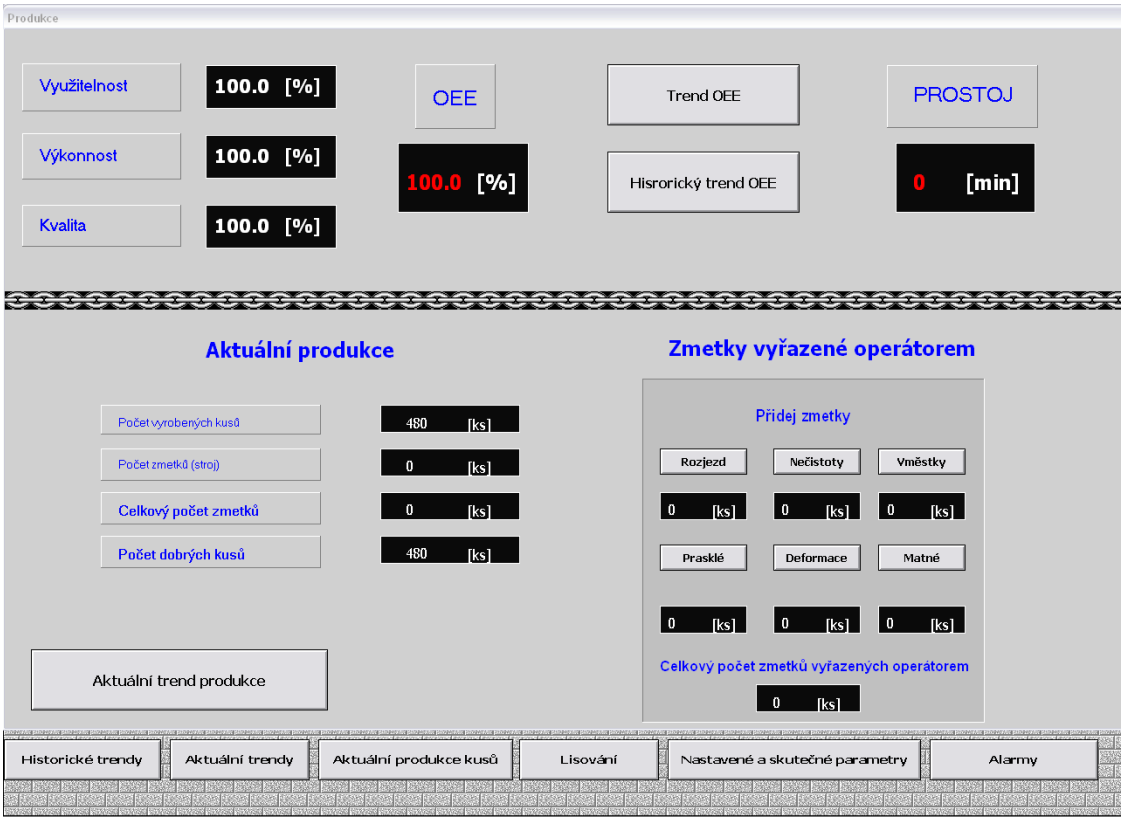
Skutečný počet všech vyrobených kusů (K_z)……361 ks

Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů (K_d)……...361 ks

Skutečný počet zmetků (Z)……0 ks

$$Q = \frac{K_d}{K_z} = \frac{361}{361} * 100 = 100\ \% \qquad (6)$$

Na obrázku 5.13 vidíme navržené okno záznamu stavu lisování dílců beze zmetků. Počet vyrobených kusů a počet dobrých kusů jsou shodné. Počet zmetků je nulový. Stroj nezaznamenal žádný zmetek a ani operátor nemusel vytřídit žádný vadný kus. OEE a všechny složky vykazují 100%, což by byl ideální stav výroby.



Obrázek 5.13 Optimální stav lisování dílců

Takový proces by byl ideální pro veškerou výrobu. Bohužel se v praxi setkáváme s různými prostoji, ať už vinou poruchy nebo vinou lidského faktoru. Následující příklad ukazuje vlivy, které ovlivňují nejen kvalitu výroby a také celkovou efektivitu výrobního zařízení.

Reálný příklad

Stroj pracuje pouze na jednu osmihodinovou směnu denně, při které je stanovena norma 480 dílů. Na začátku směny seřizovač provedl výměnu vstřikovací formy. Tato výměna nebyla provedena předchozí směnou z důvodu špatného naplánování výroby. Výměna trvala 75 minut, dále bylo třeba formu vytopit. Toto vytopení trvalo dalších 30 minut. Oba tyto úkony počítáme jako prostoj. Rozjezd stroje trval 5 minut, čímž vznikl další prostoj. Stroj nepracoval celou dobu správně a měl během směny jednu poruchu v délce 3 minuty, kdy se stroj samovolně zastavil. Seřizovač byl v té chvíli u daného stroje, a proto oprava netrvala dlouho. Druhé zastavení si vyžádala vizuální závada na výlisku, při které operátor musel výlisky se závadou vyzmetkovat.

Následně seřizovač leštil formu. Toto zastavení trvalo 26 minut. Na zákonnou půlhodinovou přestávku byl pracovník vystřídán. Celkový prostoj stroje za směnu činil 139 minut.

Na obrázku 5.14 je uveden ruční zápis hodinové stability daného stroje a na obrázku 5.15 je ruční zápis zmetků a prostojů potřebných pro výpočet celkové efektivity tohoto výrobního zařízení. Takovýto záznam se zapisuje např. ve firmě Visteon - Autopal s.r.o.

Vstř. lis č. 100 / inv.č. 100000

Hodinový výkon - analýza problémů

Os. číslo: .....626.....

Datum: ...27.12.2010.....

Směna: ...N.....

Výrobek: PPPP-12344-AA

Skutečný cyklus 60 s

výrobek / číslo dílce: Pouzdro ZSS; PPPP-12344-AA

cyklus/s: 60 s; zdvihů/sm.: 480

čas zahájení směny: 22:30

čas ukončení směny: 6:30

MAX.POČET ZMETKŮ: 16 ks

Pracovní doba	Plán	Skutečnost P	Skutečnost L	Poznámka	Zmetky	
Počet pracovních minut	Počet ks za hod. / kumulát	Počet ks za hod. / kumulát	Počet ks za hod. / kumulát		P	L
60	60 / 60	0 / 0		Výměna formy - 60 '		
60	60 / 120	6 / 6		Výměna formy - 15 ' Nahřívání formy - 30 ' Rozjezd - 5 '	4	
60	60 / 180	56 / 62		Samovolné zastavení - 3 '	1	
60	60 / 240	57 / 119			3	
60	60 / 300	27 / 146		Leštění formy - 26 '	7	
60	60 / 360	60 / 206				
60	60 / 420	60 / 266				
60	60 / 480	60 / 326				
	TOTAL	P dobré	L dobré	TOTAL (dobré + zmetky)	P zmetky	L zmetky
		326		P = 341 L =	15	

Obrázek 5.14 Hodinový výkon - analýza problémů

Prostoje (min)

F1	přestávka		N8	leštění a oprava formy	26
N1	školení		N9	výpadek el.energie atd.	
N2	plánovaná údržba		N10	tlakové čerpadlo , Motan	
N3	plán. kontrola obsl.+ čištění stroje		N11	oprava formy - nástrojárna	
N4	náběh výroby (příprava,nahřívání)	30	N12	chod naprázdno - max.zásoby	
N5	výměna nástrojů (forem)	75	N13	chod naprázdno (,není mat.,bedny)	
N6	poruchy řešené údržbou		N14	střídání pracovníka na jiném lise	
N7	seřízení stroje během směny	3	N15	třídění zmetků	

časové období	druh závad / kusy	V13 nedostřik	V24 stříbření	V12 nečistoty	V01 bubliny	V11 prasklé	V07 mat. fleky	V31 vad. ořez	V17 poškrábaní	V19 propadlin v	V22 spálené	V30 sp. barev	V18 přetoky	V42 rozjezd str.	V54 vtoky	V25 stud. spoj	A81 doparova n	M59 stará verze	M59 zapráčené	V43 vměstky		TOTAL
1.hodina	P																					
	L																					
2.hodina	P													4								4
	L																					
3.hodina	P													1								1
	L																					
4.hodina	P																			3		3
	L																					
5.hodina	P													2						5		7
	L																					
6.hodina	P																					
	L																					
7.hodina	P																					
	L																					
8.hodina	P																					
	L																					
TOTAL	P													7						8		15
	L																					

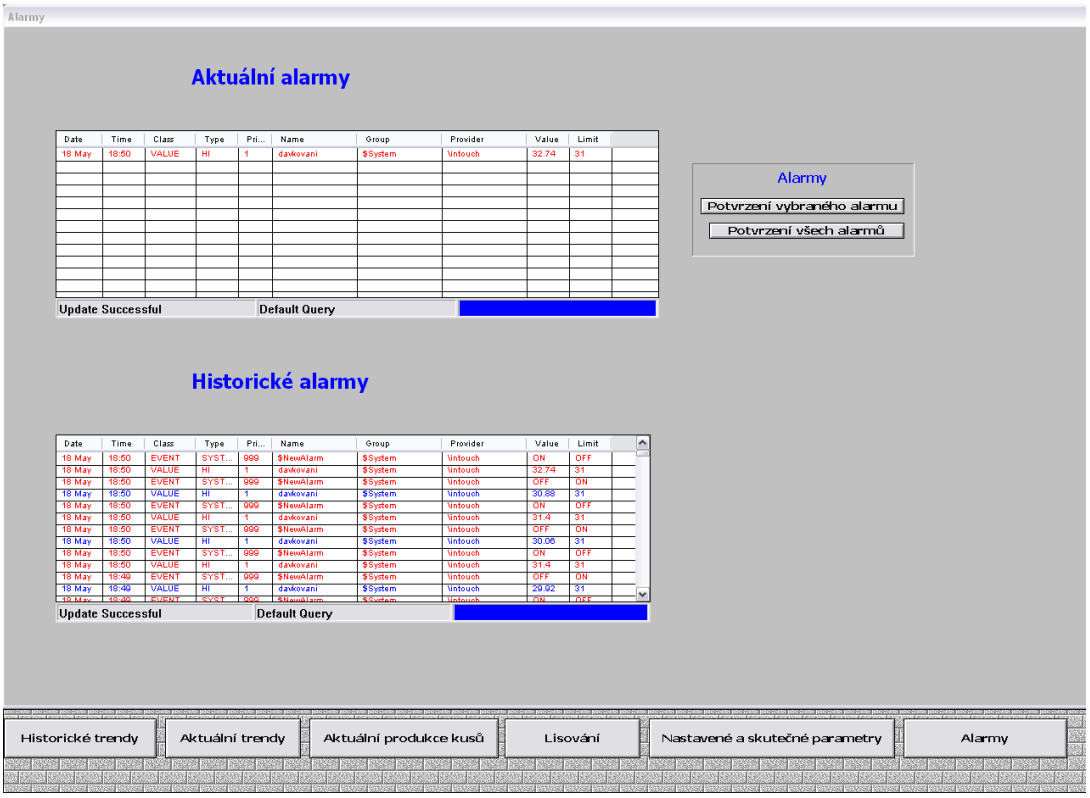
Obrázek 5.15 Ruční zápis zmetků a prostojů

Na obrázku 5.16 je zaznamenán vizualizovaný stav procesu lisování po rozjezdu stroje vlivem druhého zastavení. Stroj nebere v potaz zmeky označené jako vizuální vada (vměstek), které vytřídil operátor, jež tyto zmetky musí zadat ručně do systému. Z obrázku vidíme, že stroj v tuto chvíli zaznamenal sedm zmetků a operátor vytřídil dalších osm zmetků. Celkový počet zmetků se zvýšil na patnáct kusů. Počet dobrých kusů je tedy o patnáct menší než počet vyrobených kusů.

Obrázek 5.16 Vliv zastavení stroje na produkci

Na zmetky detekované strojem je operátor upozorněn alarmem. Tento alarm operátor potvrdí tlačítkem ***„potvrdit“***, a tím vezme na vědomí, že stroj vyrobil zmetek a v případě vyššího počtu než je přípustné, operátor okamžitě musí řešit vzniklý problém.

Na alarmové stavy se operátor může podívat ve vytvořeném okně ***Alarmy***, kde potvrdí právě vzniklý problém, nebo se může podívat na alarmové stavy zpětně jako na obrázku 5.17.



Obrázek 5.17 Okno aktuálních a historických alarmů

Výpočet kvality pro tohoto procesu

Níže jsou uvedeny počty vyrobených kusů potřebných pro výpočet kvality při vzniklých poruchách a vizuální závadě na kusech. Tyto hodnoty jsou přebrány z hodinové stability na obrázku 5.14 a 5.15. V tabulce 5.1 jsou uvedeny druhy a počet závad za danou směnu operace vstřikování.

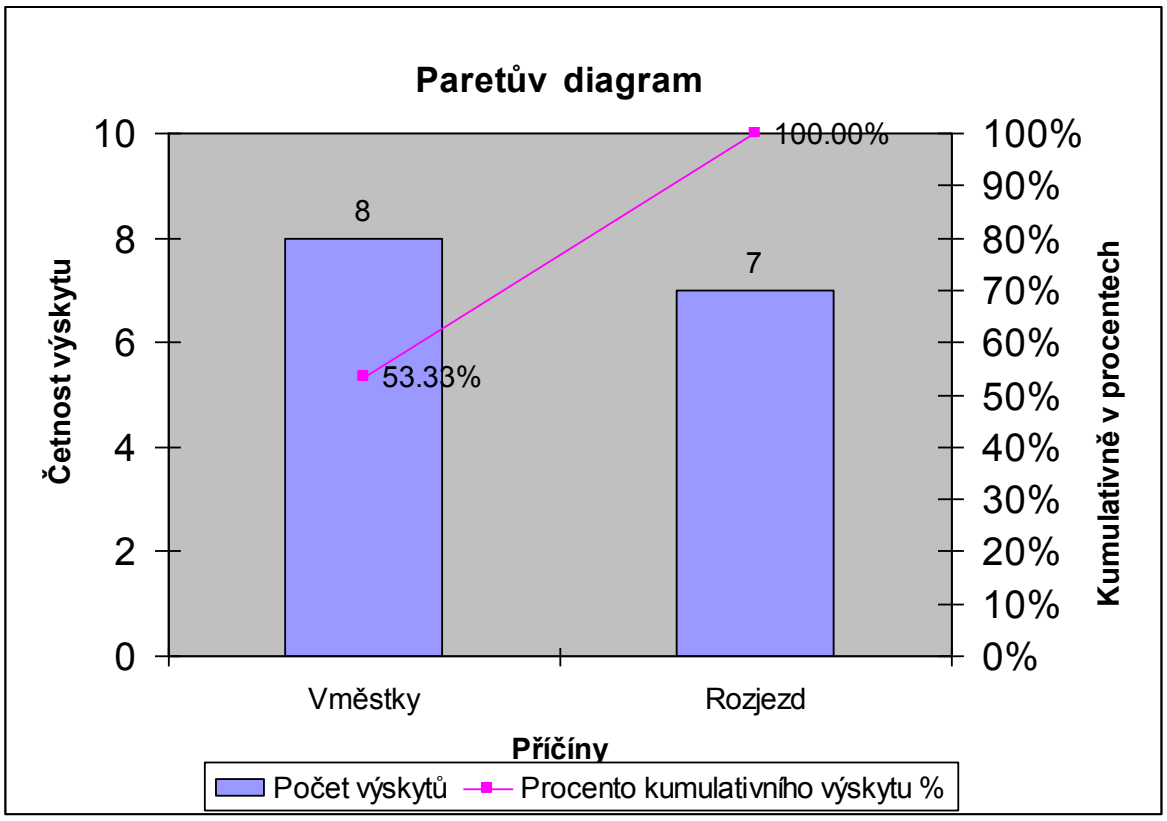
Tabulka 5.1 Zjištěné závady

Druhy závad	Počet závad [ks]
Vměstky	8
Rozjezd	7
Celkem	15

V tabulce 5.2 jsou uvedena data zmetků zpracovaná programem Excel a grafu 5.1 vidíme vyjádření počtu jednotlivých druhů závad vytřízených operátorem.

Tabulka 5.2 Zmetky

Třídy	*Četnost*	*Kumul. %*	*Třídy*	*Četnost*	*Kumul. %*
1	7	46.67%	Vměstky	8	53.33%
2	8	100.00%	Rozjezd	7	100.00%



Graf 5.1 Jednotlivé druhy závad

Ruční výpočet kvality výroby:

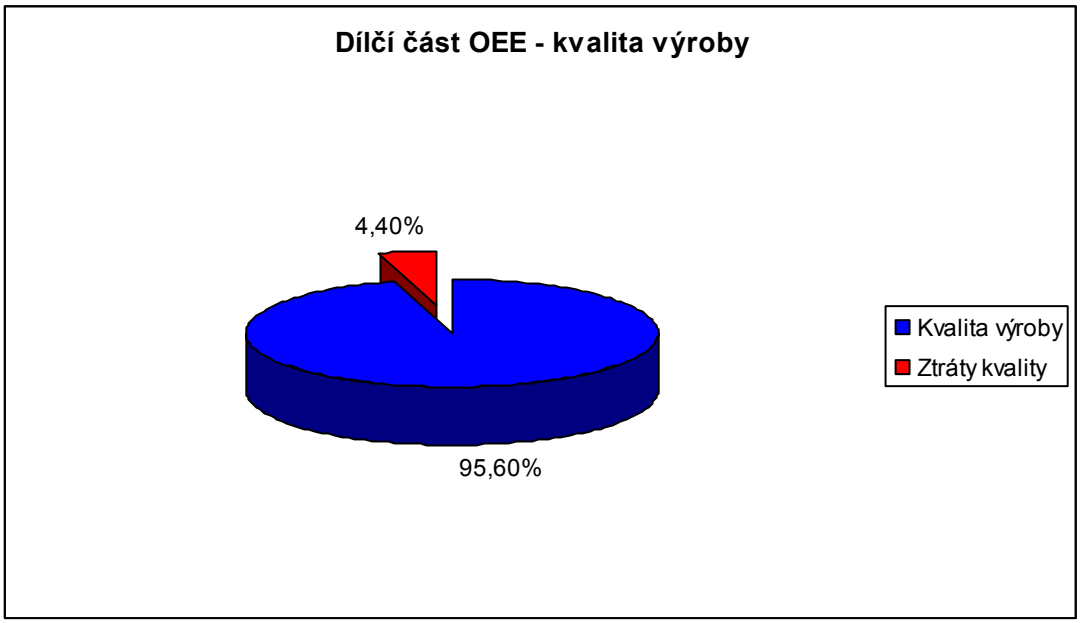
Skutečný počet všech vyrobených kusů (K_z)……...341 ks

Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů (K_d)……..326 ks

Skutečný počet zmetků (Z)…….15 ks

$$Q = \frac{K_d}{K_z} = \frac{326}{341} * 100 = 95{,}6\ \% \qquad (7)$$

Na grafu 5.2 vidíme kvalitu a ztráty kvality dané výroby.



Graf 5.2 Kvalita výroby

Z výpočtu vidíme, že kvalita tohoto procesu je dostatečně vysoká i když operátor vytřídil celkově 15 ks zmetků. Pro tento proces byl maximální počet vadných dílců je stanoven na 16 ks za směnu.

5.4.2 Ruční výpočet celkové efektivity na daném příkladu

V tabulce 5.3 jsou údaje potřebné pro výpočet OEE daného stroje a následně je proveden výpočet. Použité hodnoty jsou přebrány ze záznamu hodinové stability a zápisu zmetků a prostojů viz obrázek 5.14 a 5.15.

Tabulka 5.3 Potřebné údaje pro výpočet OEE

Celkový plánovaný pracovní čas (CPPČ)	480 min
Plánované prostoje – zákonná přestávka (P_l)	0 min
Prostoje (P)	139 min
Skutečný počet všech vyrobených kusů (K_z)	341 ks
Optimální čas na výrobu 1ks (T_p)	1 min/ks
Skutečný počet celkově vyrobených dobrých kusů (K_d)	326 ks
Skutečný počet zmetků (Z)	15 ks

<u>Výpočet OEE:</u>

Skutečný čas výroby (S_v):

$$S_v = CPPČ - P - P_l = 480 - 139 - 0 = \underline{341min} \tag{8}$$

Využitelnost dle vzorce (2):

$$V_u = \frac{CPPČ - P_l - P}{CPPČ - P_l} = \frac{341}{480} = 0{,}71 * 100 = \underline{71\ \%} \tag{9}$$

Výkonnost dle vzorce (3):

$$V_y = \frac{K_z * T_p}{S_v} = \frac{341*1}{341} = 1 * 100 = \underline{100\ \%} \tag{10}$$

Kvalita dle vzorce (4):

$$Q = \frac{K_d}{K_z} = \frac{326}{341} = 0{,}956 * 100 = \underline{95{,}6\ \%} \qquad (11)$$

OEE dle vzorce (1):

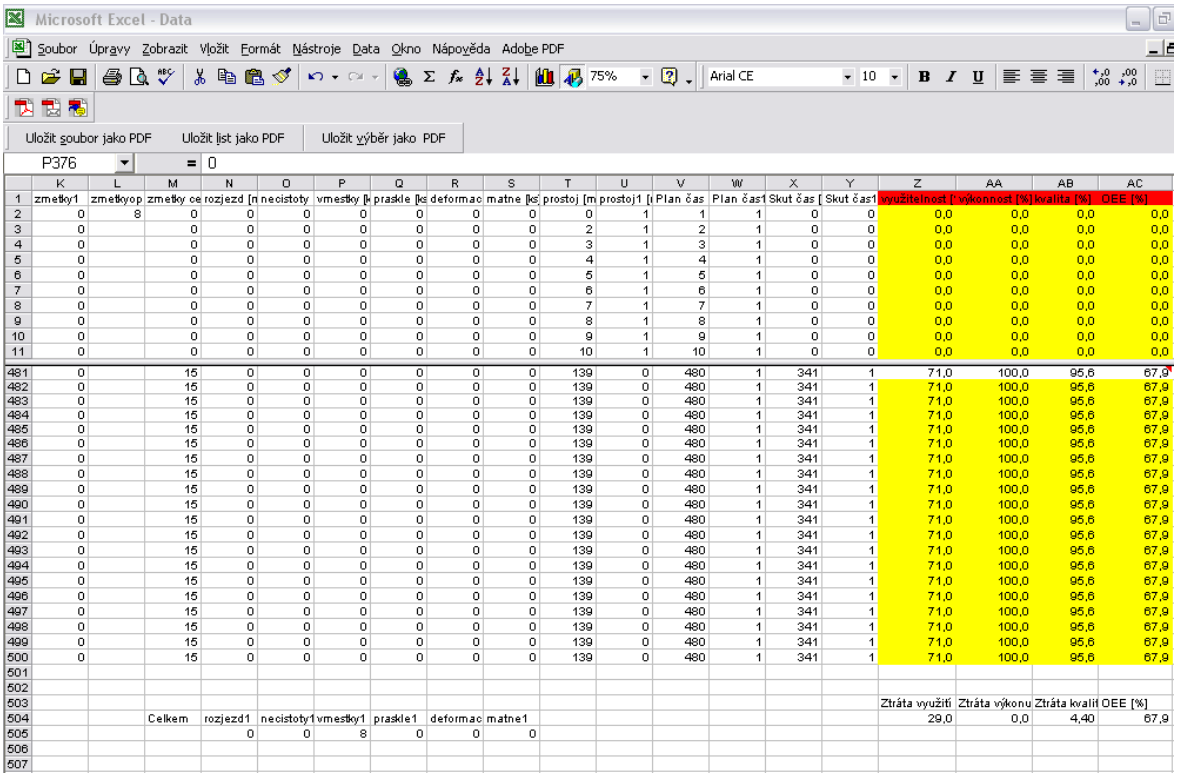
$$OEE = V_u * V_y * Q = 0{,}71*1*0{,}956 = 0{,}679 *100 = \underline{67{,}9\ \%} \qquad (12)$$

Po výpočtu dílčích částí OEE je celková efektivita tohoto procesu 67,9 %. Tato efektivita je pro názornost zobrazena na grafu 5.3 spolu se ztrátami.

Graf 5.3 OEE a ztráty

5.4.3 Zobrazení výroby a OEE pomocí navržené aplikace

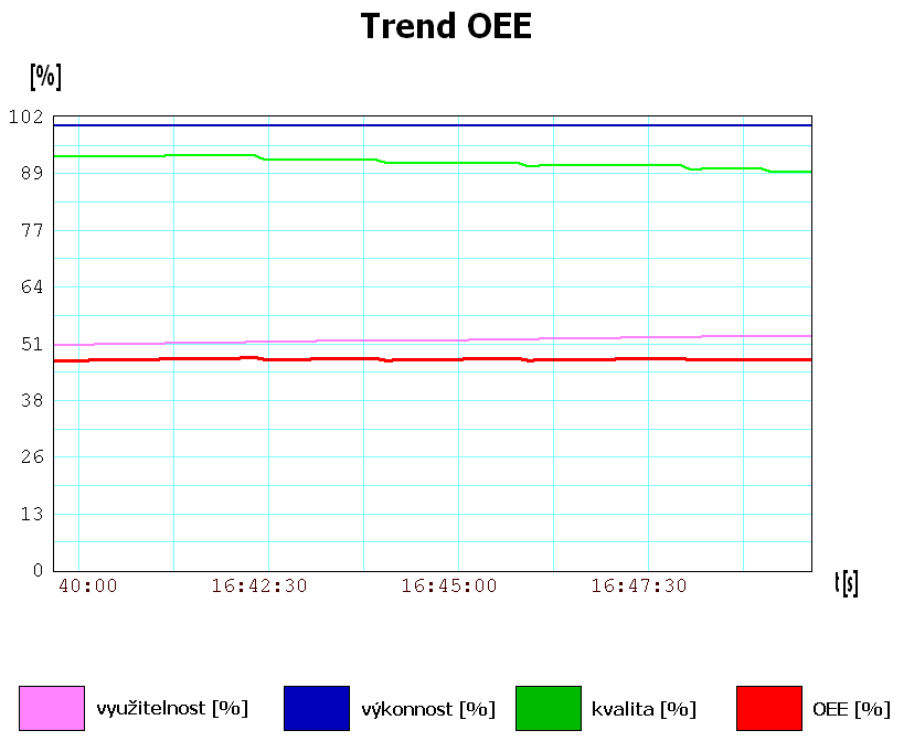
Pro vizualizaci této výroby jsem využila program Excel, který mi slouží nejen jako zdroj dat (simulace klasické výroby), ale také pro zápis zmetků vyřazených operátorem a jako software pro automatický výpočet OEE (obrázek 5.18) a všech tří složek (využitelnost, výkonnost a kvalitu výroby). Tato data si program InTouch přebírá zpět a na obrazovce je vizualizuje pomocí číselných dat a také zobrazuje vývoj OEE během výroby pomocí reálného a historického trendu.



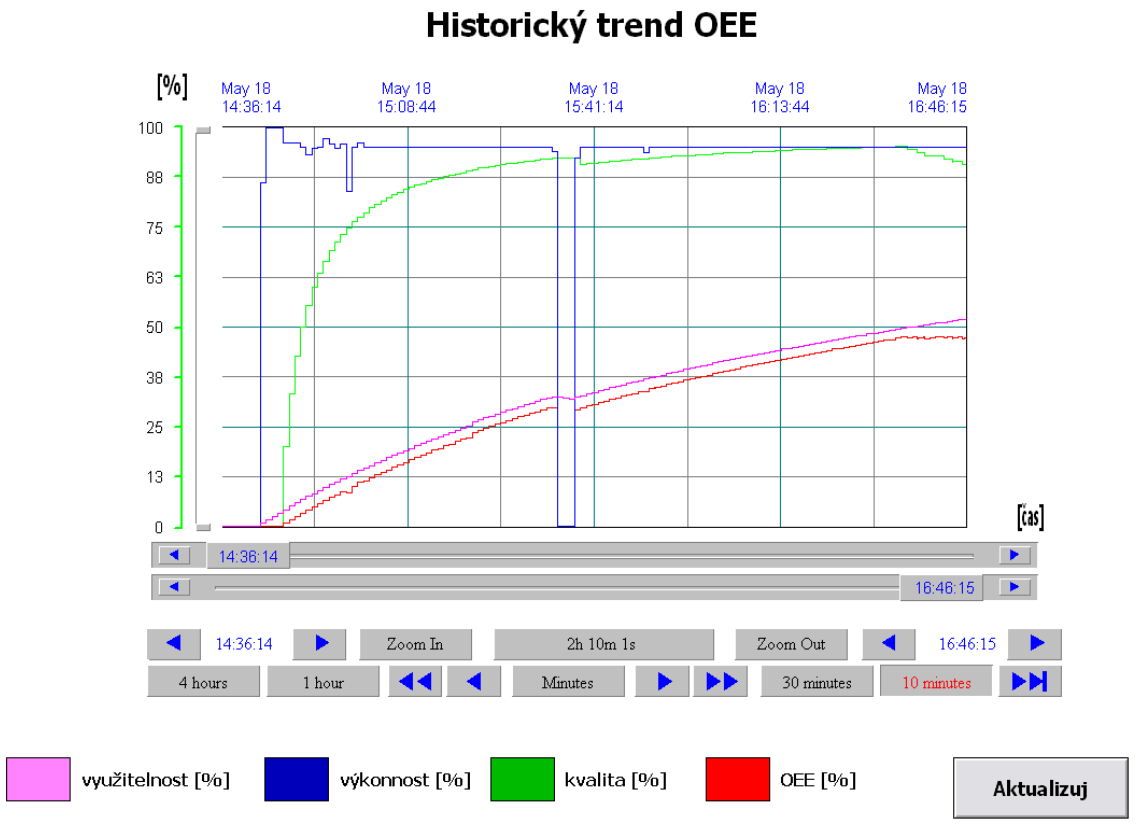
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	zmetky1	zmetkyop	zmetky ce	rozjezd [n	necistoty	vmestky [k	praskle [ks	deformac	matne [ks	prostoj [m	prostoj1 [r	Plan čas	Plan čas1	Skut čas [	Skut čas1	využitelnost [	výkonnost [%]	kvalita [%]	OEE [%]
2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0		0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0		0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0		0	0	0	0	0	0	0	4	1	4	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0		0	0	0	0	0	0	0	5	1	5	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0		0	0	0	0	0	0	0	6	1	6	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	7	1	7	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0		0	0	0	0	0	0	0	8	1	8	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0		0	0	0	0	0	0	0	9	1	9	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0		0	0	0	0	0	0	0	10	1	10	1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
481	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
482	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
483	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
484	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
485	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
486	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
487	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
488	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
489	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
490	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
491	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
492	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
493	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
494	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
495	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
496	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
497	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
498	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
499	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
500	0		15	0	0	0	0	0	0	139	0	480	1	341	1	71,0	100,0	95,6	67,9
503																Ztráta využití	Ztráta výkonu	Ztráta kvalit	OEE [%]
504			Celkem	rozjezd1	necistoty1	vmestky1	praskle1	deformac	matne1							29,0	0,0	4,40	67,9
505				0	0	8	0	0	0										

Obrázek 5.18 Excel jako software pro automatický výpočet OEE

Na obrázku 5.19 je zobrazen reálný trend vývoje OEE během směny a na obrázku 5.20 vidíme historický trend, ve kterém se můžeme podívat zpětně na vývoj celkové efektivity a všech tří částí.

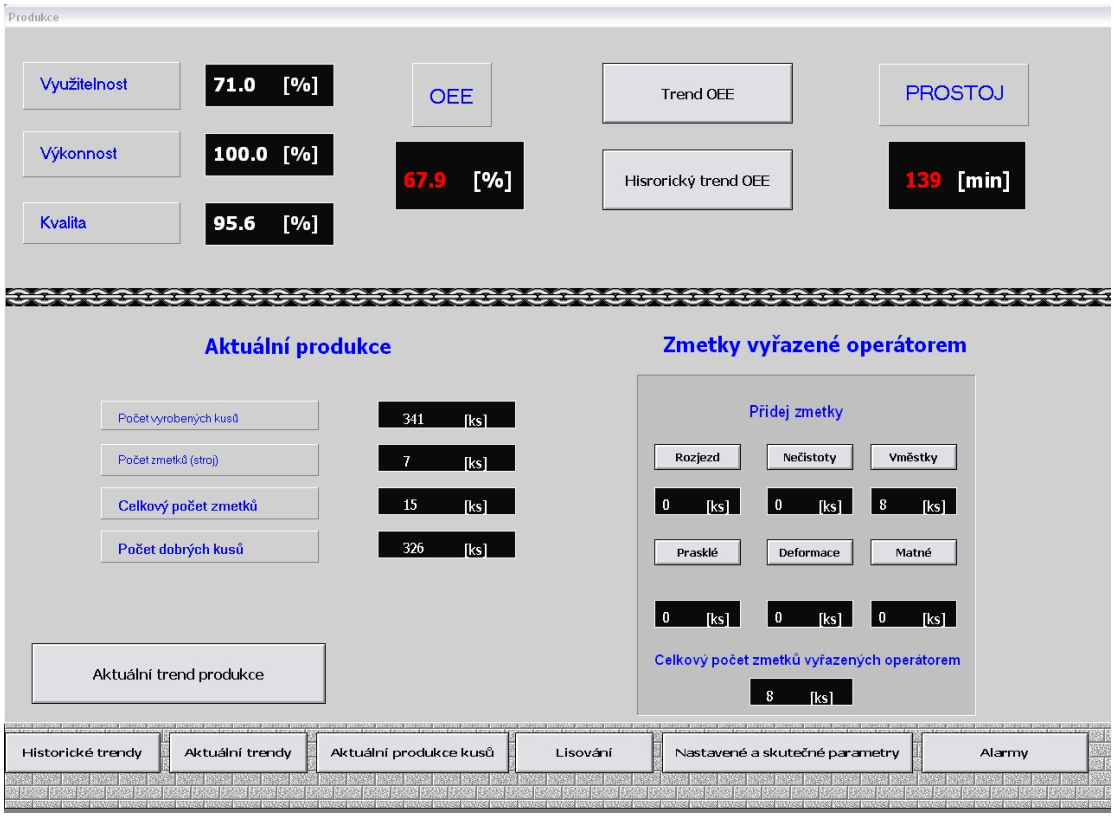


Obrázek 5.19 Trend OEE během směny



Obrázek 5.20 Historický trend OEE

Na obrázku 5.21 je zobrazena vizualizovaná výroba na konci směny mého příkladu. Z obrázku je patrný stejný výpočet OEE jako při ručním výpočtu, aniž by data musel někdo přepisovat do externí aplikace, která by vypočítala výsledné OEE.



Obrázek 5.21 Vizualizovaná výroba na konci sledované směny

Na podkladu takto vizualizovaných dat může odpovědný pracovník rozhodnout o opatřeních vedoucích k rychlé nápravě vzniklého problému. Má také možnost efektivně plánovat výrobu dle stavu daného zařízení.

6 Závěr

V této práci jsem se zabývala monitorováním celkové efektivity výrobních zařízení pomocí nástrojů platformy operátorského řízení. V úvodu jsem popsala ztráty, jejich vznik a zjišťování. Na dvou příkladech z praxe (vstřikování plastů a vysokovakuového pokovování) jsem popsala možnosti sběru dat pro analýzy vzniku ztrát ve výrobě pomocí ručně psaných záznamových karet výroby.

Na výše uvedených příkladech jsem analyzovala možnosti záznamu průběhů monitorovaných veličin, a to jak v reálu, tak v programu InTouch 10 pomocí nástrojů reálných a historických trendů. Reálné trendy mají dynamický průběh, data se neukládají do souboru, monitorovaná veličina se zobrazí ve svém definovaném rozsahu. Historické trendy jsou statické a vykreslují se vždy až po aktualizaci, vyžadují definici proměnné, která je typu HistTrend. Data jsou ukládána do log soboru a vytvoření tohoto souboru s příponou lgh je nutno povolit.

Dále jsem navrhla modely skutečných zařízení v programu InTouch 10 spolu s okny pro vizualizované nastavování výrobních parametrů a zobrazování aktuální výroby. V programu MS Excel jsem sestavila data potřebná pro simulaci výroby a propojila s modely komunikačním protokolem DDE. Pomocí příkazů IF, THEN, ENDIF známých z programovacích jazyků jsem vytvořila aplikační skript, který mi umožňuje načítání všech dat z Excelu. V dalším kroku jsem provedla konfiguraci nástrojů pro sledování průběhu monitorovaných veličin přiřazením jednotlivých proměnných a nastavením nabídkových položek v dialogových oknech jednotlivých trendů. Konfigurace reálného trendu se provádí pouze ve vývojovém prostředí, zatím co v historickém trendu je monitorovaná veličina a barva pro vykreslení je konfigurována v runtime a vývojovém prostředí na rozsah <=100 (100% hodnoty rozsahu veličiny).

Následně jsem se zabývala optimalizací výroby a celkovou efektivitou výrobních zařízení OEE (Overall Equipment Effectiveness). Pro sledování celkové efektivity výrobních zařízení můžou firmy využít nabízený software, který dokáže automaticky sbírat a vyhodnocovat informace a odhalit, slabá místa ve výrobě. Tím umožní odpovědným pracovníkům cílenou optimalizaci výroby a zvýšení její efektivnosti.

Ve své práci jsem si vybrala kvalitu výroby a na příkladu popsala její výpočet a dále jsem na příkladu demonstrovala nejen ruční výpočet celkové efektivity, ale také zobrazení

efektivity pomocí vytvořené vizualizace pro zařízení na lisování pouzder zadní skupinové svítilny.

Dalším řešením, jak dosáhnou efektivní výroby je zavedení štíhlé výroby, která svými metodami a nástroji zapojí do řešení problému všechny pracovníky a dělá je zodpovědnými za své výsledky, přičemž každý zaměstnanec může rychle a snadno rozpoznat stav procesu, standardy a případné odchylky a má možnost efektivního rozhodování a tím zlepšovat celkovou efektivitu výrobního zařízení.

Vzhledem k tomu, že se na uvedeném strojním zařízení střídá více druhů výrobků v krátkých časových intervalech, jsem ve svém projektu popsala výpočet kvality a výpočet celkové efektivity výrobního zařízení za jednu směnu. Tento výpočet udává stav konkrétního zařízení v uvedené době, ale nevypovídá o vývoji OEE za delší časové období (týden nebo měsíc). Každý druh výrobků má svá výrobní specifika (hlavně co se týká kvality výroby), a tudíž nelze objektivně posuzovat a srovnávat celkovou efektivitu zařízení v delším časovém horizontu, nýbrž jen v době, kdy zařízení vyrábí jeden druh výrobku.

Při této výrobě (pokud firma nemá dostatečné finanční prostředky na vybavení strojů vhodným softwarem pro sledování OEE) jsem pro využití metod a nástrojů výše uvedené štíhlé výroby. Takováto výroba dává možnost i samotným operátorům ve výrobě minimalizovat případné ztráty např. délku prostojů nebo počet vyrobených zmetků.

7 Summary

The thesis deals with overall equipment effectiveness monitoring using operator control platform tools. In the introduction, I described losses, their formation, and their detection. Based on two examples from practice (injection moulding and high-vacuum plating), I described possibilities of collecting data for analyses of loss formation in production using handwritten production record cards.

Based on the above examples, I analyzed possibilities of recording the behaviour of the monitored variables, both in reality and in InTouch 10, using real and historical trend tools. Real trends show dynamic behaviour, the data is not stored in the file, and the monitored variable is displayed in its defined range. Historical trends are static, they are always displayed after updating, and they require the definition of a HistTrend type variable. The data is stored in a log file, and it is necessary to allow the creation of this file with the lgh extension.

Furthermore, I created models of real equipment in InTouch 10, together with windows for the visualized setting of production parameters, and the display of the current production. I used MS Excel to collect the data needed for the simulation of production, and I interconnected the data with models using the DDE communication protocol. Using the IF, THEN, ENDIF commands known from programming languages, I created an application script which allows the retrieval of all data from Excel. Next, I configured tools for monitoring the behaviour of the monitored variables by assigning individual variables and setting the menu items in dialogue boxes of individual trends. The configuration of the real trend is only carried out in the development environment, while in the historical trend the monitored variable and colour for displaying is configured in the runtime and development environment to the extent <= 100 (100% of the variable range value).

Subsequently, I dealt with the optimization of production and overall equipment effectiveness (OEE). In order to monitor overall equipment effectiveness, companies can use the offered software, which can automatically collect and evaluate information and reveal weak points in production. This will provide responsible workers with targeted optimization of production, and increase its effectiveness.

In my thesis, I focused on quality of production and, using an example, I described its calculation and demonstrated not only the manual calculation of overall effectiveness, but also a representation of effectiveness using the created visualizations for the machinery for pressing tail light cases.

Another solution to achieve effective production is the introduction of lean production, whose methods and tools involve all workers in dealing with the issue and make them responsible for their results, with each employee being able to quickly and easily recognize the status of the process, standards, and any possible deviations, and having the possibility of effective decision-making, and thus improving overall equipment effectiveness.

Given that the given machinery is used for more kinds of products in short time intervals, my project describes the calculation of quality as well as the calculation of the overall equipment effectiveness per shift. This calculation indicates the status of a specific device at a given time, but it does not say anything about the behaviour of the OEE during a longer period of time (week or month). Each type of product has its manufacturing specifics (mainly in terms of production quality), and therefore it is not possible to evaluate and compare the overall equipment effectiveness objectively in the longer term, but only during the period when the device produces one type of product.

In this production (if the company does not have sufficient funds for equipping machines with suitable software for OEE monitoring), I support using methods and tools of the aforementioned lean production. Such production also provides operators in production with options to minimize possible losses, such as the length of idle time or the number of rejects produced.

8 Seznam použité literatury

A3, V.O.S. 2010 [online] [cit. 2010-11-10]. Dostupný z www: <URL: http://www.a3.cz/vstrikovani-plastu-informace.php>.

AKADEMIE PRODUKTIVITY A INFORMACÍ. 2009. *Ukazatel OEE – API* [online] [cit. 2009-09-20]. Dostupný z www: <URL: http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oee/>.

ARZUFFI, S.R.L. 2006. [online] [cit. 2006-12-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.arzuffisrl.it/>.

ARZUFFI, S.R.L. 2010. [online] [cit. 2010-10-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.arzuffisrl.it/>.

AUTOKELLY, A.S. 2010. [online] [cit. 2010-10-10]. Dostupný z www: <URL: http://www.autokelly.cz>.

BAJGAR, D. 2000. *Správa alarmových událostí s využitím objektové technologie OPC.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2000. 62 stran. Diplomová práce.

BENČ, J. 2007. *Elektronická podpora výuky předmětu Simulační programy - Matlab.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2007. 63 stran. Bakalářská práce.

CS.WIKIPEDIA.ORG. 2011 [online] [cit. 2011-3-10]. Dostupný z www: <URL: http://cs.wikipedia.org/>.

DESNICA, D. 2006. *Sledování prostojů a celkové efektivity výrobních zařízení.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2006. 90 stran. Diplomová práce.

ENGEL, 2010. [online] [cit. 2010-9-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.engelglobal.com/engel_web/global/de/2131.htm/>.

ENGEL, 1996. *Uživatelská příručka.* Engel CZ, s.r.o. Praha, 1996. 148 s.

FARANA, R. SMUTNÝ, L., VÍTEČEK, A. a VÍTEČKOVÁ, M. 2004. *Zpracování závěrečných prací z oblasti automatizace a informatiky, Včetně anglicko-českého slovníku automatizační techniky a řízení.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 116 s. ISBN 80-248-0557-X.

HOVCACIK. 2007. *Hodinový výkon – analýza problému*. Nový Jičín: Visteon-Autopal s.r.o., 15.8.2007 [cit. 2010-05-08]. XLS formát.

IKVALITA.CZ. 2011 [online] [cit. 2011-3-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=24>.

JANEČKA, P. 2007 *Vizualizace informací z alarmního systému pro řízený technologický proces.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2007. 46 stran. Bakalářská práce.

JARKA, J. 2011. *IQ Analyst Sledování a řízení kvality procesů.* PANTEK. [online] [cit. 2011-04-08]. Dostupný z www: URL:http://www.pantek.cz/pdf/produkty/qi_analyst/qia_pozice.pdf>.

JURČÍČEK, V., FABIAN, J. 2005. *Kniha o vakuu*. Nový Jičín: Autopal, s. r. o., červen 2005 [cit. 2010-10-30]. 41s.

KOVELIS PLASTY, S.R.O. 2010. [online] [cit. 2010-9-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.kovelisplasty.cz/vstrikovani-plastu.html>.

KOTAS, J. 2003. *Karty_L&V_nově*. Nový Jičín: Visteon-Autopal s.r.o., 15.8.2007 [cit. 2003-11-21] XLS formát.

LANDRYOVÁ, L., ZOLOTOVÁ, I. 2007. *OEE Monitoring for Production Processes Based on SCADA/HMI Platform*. In. Proceedings of International IFIP TC 5, WG 5.7 Conference on Advances in Production Management System. Linkoping, Sweden, Jan Olhager: Springer September 17-19.2007, pp 189-196.

MINARČÍK, K. *Aplikace PLC Micrologix 1000 s podporou vizualizace a monitorování v programu InTouch.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2003. 44 stran. Bakalářská práce.

MORAVSKÉ PŘÍSTROJE. 2009. *Neomezený prostor pro vaše aplikace*. [online]. [cit. 2009-08-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.mii.cz/cat?id=23&lang=405>.

MORINI, D. 2010. *Ciclo_0199_14122010*. Visteon - Autopal, s.r.o., 14.12.2010 [cit. 2011-03-23]. XLS formát.

OEE. 2005. *White paper* [CD ROM]. Praha: ABB s.r.o., červen 2002 [cit. 2009-08-16]. PDF formát. Číslo dokumentu: 3BUS094188R0001.

OSVĚTLENÍ ČERNOCH S.R.O. 2010. [online] [cit. 2010-09-20]. Dostupný z www: <URL: http://www.formy-plasty.cz >.

PANTEK. 2009. *Wonderware performance software* [online] [cit. 2009-08-10]. Dostupné z www: <URL: http://www.pantek.cz/produkty/wonderware-performance-software>.

PANTEK. 2011. *DT Analyst*. [online] [cit. 2011-03-10]. Dostupný z www: <URL: http://www.pantek.cz/produkty.php?id_produktu=15&produkt=&id_podkategorie=78&podkategorie=anotace>.

SIEMENS. 2009. *WinCC*. [online] [cit. 2009-08-20]. Dostupný z www: <URL:http://www1.siemens.cz/ad/current/01_html/c004hmi/gProdSys/sHMISoft/dWinCCb_prehled.php>.

ŠKVAIN, K. 2003 *Návrh optimalizace spotřeby elektrické energie při výrobě a distribuci pitné vody*. Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2003. 55stran. Diplomová práce.

VALUE INNOVATION. 2010 OEE. [online] [cit. 2010-05-03]. Dostupný z www: <URL:http://www.vinn.cz/tema_OEE.html>.

VERSINO CZ, S.R.O. 2010 [online] [cit. 2011-01-13]. Dostupný z www: <URL:http://www.versino.cz/Produkty/Interaktivni-dashboardy-pro-SAP-Business-One.aspx>.

VISTEON- AUTOPAL, S.R.O. 2009. *OEE - Celková efektivnost zařízení*. Organizační směrnice GNR - SM - 09.88, 14.7.2009 [cit. 2010-05-08] XLS formát.

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2011. *5S*. Foto. Nový Jičín, 2011-03-02

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2011. *Informační tabule*. Foto. Nový Jičín, 2011-03-22

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2006. *Pokovovací stroj*. Foto. Nový Jičín, 2006-07-10

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2011. *Pokovovací stroj*. Foto. Nový Jičín, 2011-03-25

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2011. *Podniková dokumentace*. Nový Jičín, 2011-03-24

VISTEON - AUTOPAL, S.R.O. 2010. *Vstřikovací lis*. Foto. Nový Jičín, 2010-07-14

WONDERWARE. 2005 *Help k programu Factory Suite 2000, InTouch 9.5* [CD ROM]. 2005 [cit. 2009-09-01]. PDF formát.

ZAVADIL, J. 2007 *Programování web aplikací v ASP.NET 2.0.* Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2007. 33 stran. Bakalářská práce.

Seznam příloh

Výrobek:	Těleso ZSS - P	Číslo listu: .....5.....
Záznamová karta	Dílec/č.v.: VPLMAG-99999-AA	Provoz/dílna:
FTT + OEE	Operace: 2 ~ vstřikovat; forma č.1	
	Zařízení (výrobní): ENGEL - 100	

Druhy chyb	kód	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Deformované	V04																5					5
Mastné	V06					1																1
Matné fleky	V07											7				10						17
Praskliny	V11																					
Nečistoty	V12	3	4			3		10						10		12	5		2			49
Nedostřik (nedolis.)	V13		1						10					5								16
Poškrábané	V17	2						5		2				2								11
Spáleniny	V22																					
Stříbření	V24				2				10		3				1	6	12			5		39
Vadný ořez	V31																					
Seřízení stroje	V42		3			2	5						4	3	1	2	10		3	4	2	39
Šrotace	M59																					Vyhodn./dat.:
Počet vadných kusů		5	8	0	2	6	10	15	20	2	3	7	4	20	1	30	32	0	5	9	2	181
Počet vyrobených dobrých kusů		475	412	480	478	394	415	465	460	478	477	473	423	444	379	370	190	480	415	424	456	8588
Počet kontrolovaných kusů		480	420	480	480	400	425	480	480	480	480	480	427	464	380	400	222	480	420	433	458	8769

PROSTOJE		MINUTY																				CELKEM
druhy prostojů	kód	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
přestávka ergonomická	2												30									30
technol. zkoušky	3					60																60
výměna forem, nástrojů	8														90							90
seřízení stroje během směny	9																			7	22	29
čištění vtoku	69																					
leštění, čištění formy	70												23	16			78					117
rozjezd a příprava stroje	25					20									10							30
zastav. stroje - max.zásoba	10																					
nejsou kusy z předešlé oper.	12																					
není materiál	15						55													40		95
dosušení materiálu	16																					
přebírání kusů	11																					
oprava výrobků	19																					
zaprac. nového pracovníka	116																					
porucha nástroje	38															80						80
oprava termu	63																					
oprava dopravníku	64																					
oprava formy	67		60																			60
porucha stroje-vstrikovaci lis	95																		20			20
porucha susky	100																					
prekroc.doba vstriku	102																					
pokles teploty-nahrivani	104																40					40
vysoka teplota-ochlazovani	105																					
výpadek en–páry,vzd. atd.	86																100					100
vypadek chladici vody	109																					
plánovaná údržba , prevence	4																					
čišť.stroje,pracov.plánované	5																					
čištění formy plánované	6																					
úklid (kontam.,oleje a pod.)	85																		60			60
neplánovaný úklid dilny	113																					
neplánované čištění	117																					

Datum:	1.3.	1.3.	1.3.	2.3.	2.3.	2.3.	3.3.	3.3.	3.3.	4.3.	4.3.	4.3.	6.3.	6.3.	7.3.	7.3.	8.3.	8.3.	8.3.	9.3.	Vyhodn./dat.:
Čas (směna):	N	O	R	N	O	R	N	O	R	N	O	R	O	R	N	O	N	O	R	N	
Jméno (podpis):	Hl	Ko	Pe	Na	Kl	Ja	Si	Ol	Ja	Hl	Kl	Ha	Lu	Mn	Hl	Kl	Re	Si	Ja	Be	

Datum	Opatření: Bezpodmínečně zavést do rubriky všechna opatření a změny personálu, materiálu, metody a okolního prostředí	*Podpis*
2.3.	Technolog. zkoušky - nový materiál	Nový
7.3.	Výpadek elektrické energie	Starý

Vstř. lis č. 100 / inv.č. 100000

Hodinový výkon - analýza problémů

Os. číslo: ……626……

Datum: …28.6.2007……

Směna: …N……..

Výrobek: PPPP-12344-AA

Skutečný cyklus 64,7 s

výrobek / číslo dílce	Pouzdro ZSS	P4P4-12344/5-AB	cyklus/s: 63 s	zdvihů/sm.: 456

čas zahájení směny	22:30
čas ukončení směny	6:30

MAX.POČET ZMETKŮ: 16 ks

Pracovní doba	Plán	Skutečnost P	Skutečnost L	Poznámka	Zmetky	
Počet pracovních minut	Počet ks za hod. / kumulát	Počet ks za hod. / kumulát	Počet ks za hod. / kumulát		P	L
60	57 / 57	55 / 55	55 / 55			
60	57 / 114	54 / 109	56 / 111		2	
60	57 / 171	55 / 164	55 / 166			
60	57 / 228	56 / 220	56 / 222			
60	57 / 285	0 / 220	0 / 222	Max. zásoba 30´ Přestávka 30´		
60	57 / 342	54 / 274	54 / 276	Rozjezd stroje	2	2
60	57 / 399	55 / 329	55 / 331			
60	57 / 456	56 / 385	56 / 387			
	TOTAL	P dobré: 385	L dobré: 387	TOTAL (dobré + zmetky): P = 389	L = 389	P zmetky: 4 / L zmetky: 2

Prostoje (min)

P1	přestávka	30		N8	leštění a oprava formy	
N1	školení			N9	výpadek el.energie atd.	
N2	plánovaná údržba			N10	tlakové čerpadlo, Motan	
N3	plán. kontrola obsl.+ čištění stroje			N11	oprava formy - nástrojárna	
N4	náběh výroby (příprava,nahřívání)			N12	chod naprázdno - max.zásoby	30
N5	výměna nástrojů (forem)			N13	chod naprázdno (.není mat.,bedny)	
N6	poruchy řešené údržbou			N14	střídání pracovníka na jiném lise	
N7	seřízení stroje během směny			N15	třídění zmetků	

časové období	druh závady / kusy	V13 nedostřik	V24 stříbření	V12 nečistoty	V01 bubliny	V11 prasklé	V07 mat. fleky	V31 vad. ořez	V17 poškrábán	V19 propadlin v	V22 spálené	V30 sp. barev	V18 přetoky	V42 rozjezd str.	V54 vtoky	V25 stud. spoj	A81 dopárován	M59 stará verze	M59 zaprášené	V43 vměstky	TOTAL
1.hodina	P																				
	L																				
2.hodina	P								2												2
	L																				
3.hodina	P																				
	L																				
4.hodina	P																				
	L																				
5.hodina	P																				
	L																				
6.hodina	P													2							
	L													2							
7.hodina	P																				
	L																				
8.hodina	P																				
	L																				
TOTAL	P								2					2							4
	L													2							2

VAKUOVAČKA - A 100

Hodinový výkon - analýza problémů

Os.číslo: ……626……

Jméno: KLOSOVÁ…..

Datum: …29.10.2007…

Směna:……N……

Skupina:…B……

Výrobek	A - těleso Wagon B - těleso 4DOOR C - filtr
čas.zaháj.	22:30
čas ukonč.	6:30

		dílec A			dílec B			dílec C		
Pracovní doba		Plán	Skutečnost P	Skutečnost L	Plán	Skutečnost P	Skutečnost L	Plán	Skutečnost P	Skutečnost L
časové období	doba cyklu	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát	Počet ks za várku / kumulát
1.várka	22:23	36 / 36	36 / 36	36 / 36						
2.várka	21:10				27 / 27	27 / 27	27 / 27			
3.várka	22:05	36 / 72	35 / 71	36 / 72						
4.várka	21:56				27 / 54	27 / 54	27 / 54			
5.várka	23:29	36 / 108	36 / 107	34 / 106						
6.várka	22:00				27 / 81	27 / 81	27 / 81			
7.várka	22:23	36 / 144	36 / 143	36 / 142						
8.várka	21:30				27 / 108	27 / 108	27 / 108			
9.várka	22:10	36 / 180	36 / 179	36 / 178						
10.várka	22:25				27 / 135	27 / 135	27 / 135			
11.várka	22:14	36 / 216	35 / 214	36 / 214						
12.várka	22:00				27 / 162	27 / 162	27 / 162			
13.várka	23:45	36 / 252	36 / 250	36 / 250						
14.várka	20:46				27 / 189	27 / 189	27 / 189			
15.várka	22:50	36 / 288	36 / 286	36 / 286						
16.várka										
17.várka										
18.várka										
19.várka										
	TOTAL	Zmetky	2	2		0	0			
		Dobré	286	286		189	189			
		Celkem	288	288		189	189			

Prostoje (min)

Kód	Popis	min.	Kód	Popis	min.
2	přestávka ergonomická	30	25	rozjezd a příprava stroje	
3	technologické zkoušky		85	úklid(kontaminací,po úniku oleje apod.)	
4	plánovaná údržba,prevence		86	výpadek energie,přívodu,vzduchu apod.)	
5	čištění stroje		96	porucha stroje-vakuovačka	
8	výměna závěsů		107	delší čerpání vakuovaček	
11	přebírání kusů		108	navěšování prázdných košů	
12	nejsou kusy z předešlé operace	75	113	neplánovaný úklid dílny	
18	třídění zmetků		116	zapracování nového pracovníka	
19	oprava výrobků				

		dílec A								dílec B								dílec C							
		P15	P14	P22	P48	P47	P18	P17	P39	P15	P14	P22	P48	P47	P18	P17	P39	P14	P14	P22	P48	P47	P18	P17	P39
časové období	druh závady / kusy	Poškrábané	AL tečky	Matné	Nedokovené	Překovené	Mastné	Otisky prstů	Černé tečky	Poškrábané	AL tečky	Matné	Nedokovené	Překovené	Mastné	Otisky prstů	Černé tečky	Poškrábané	AL tečky	Matné	Nedokovené	Překovené	Mastné	Otisky prstů	Černé tečky
1.várka	P																								
	L																								
2.várka	P		1																						
	L																								
3.várka	P																								
	L																								
4.várka	P																								
	L																								
5.várka	P																								
	L					2																			
6.várka	P																								
	L																								
7.várka	P																								
	L																								
8.várka	P																								
	L																								
9.várka	P																								
	L																								
10.várka	P																								
	L																								
11.várka	P		1																						
	L																								
12.várka	P																								
	L																								
13.várka	P																								
	L																								
14.várka	P																								
	L																								
15.várka	P																								
	L																								
16.várka	P																								
	L																								
17.várka	P																								
	L																								
18.várka	P																								
	L																								
19.várka	P																								
	L																								
TOTAL	P		2																						
	L					2																			